

***ANALISIS DEL IMPACTO DE UN
APROVECHAMIENTO FORESTAL
EN EL BOSQUE SECO SUB-TROPICAL
DE LOMERIO, SANTA CRUZ, BOLIVIA***

Documento Técnico 57/1997

Agosto, 1997

***Análisis del Impacto
de un Aprovechamiento
Forestal en el Bosque Seco
Sub-Tropical de Lomerío,
Santa Cruz - Bolivia***

Proyecto BOLFOR
Calle Prolongación Beni 149
Santa Cruz, Bolivia

USAID Contrato: 511-0621-C-00-3027-00

Tesis: Olvis Camacho Mercado

Agosto, 1997

*BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Bolivia e implementado por
Chemonics International, con la asistencia técnica de Conservation International,
Tropical Research and Development y el Wildlife Conservation Society*

AGRADECIMIENTO

Al Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR, por haber hecho posible la realización del presente estudio.

A mis asesores Ing. William Cordero e Ing. Pedro Saravia, por su incondicional apoyo y quienes a través de su experiencia consolidaron las bases técnicas de este trabajo.

A los profesores de la Carrera de Ingeniería Forestal de la U.A.G.R.M., por la eficiente enseñanza impartida durante mi formación universitaria.

A los compañeros de estudio por la constante amistad compartida durante muchos años.

A los colegas de trabajo del Proyecto BOLFOR por su valiosa colaboración durante la ejecución de este estudio.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	
SECCION I INTRODUCCION	I-1
SECCION II REVISION DE LITERATURA	II-1
A. La Explotación Maderera en Bolivia	II-1
A1. Prácticas y Procesos de la Explotación Tradicional	II-1
A2. Características del Bosque en Lomerío y su Aprovechamiento Forestal	II-2
A2a. Características del Bosque	II-2
A2b. Aprovechamiento Forestal	II-3
B. Factores en el Bosque Tropical que Condicionan el Aprovechamiento Forestal	II-3
B1. Variedad Florística	II-3
B2. Tamaño de los Arboles	II-4
B3. Densidad de la Vegetación	II-4
B4. Clima	II-4
B5. Topografía	II-4
B6. Inexistencia de Vías de Acceso	II-4
B7. Disponibilidad de Mano de Obra	II-5
C. Impacto del Aprovechamiento Maderero en el Suelo y la Vegetación del Bosque	II-5
C1. Daños en la Vegetación	II-5
C2. Caminos de Extracción y Disturbio en el Suelo	II-8
C3. Apertura del Dosel o Formación de Claros	II-10
SECCION III MATERIALES Y METODOS	III-1
A. Descripción de la Zona de Estudio	III-1
A1. Lugar, Ubicación y Accesibilidad	III-1
A2. Clima	III-1
A3. Zona de Vida	III-3
A4. Características de la Vegetación	III-3
B. Materiales	III-4
C. Metodología de Investigación	III-4
C1. Levantamiento de Información Dasométrica	
Pre-aprovechamiento	III-4
C1a. Forma y Número de Parcelas	III-4
C1b. Diseño del Muestreo	III-4
C1c. Variables Dasométricas	III-5
C1d. Plaqueteado y Numeración de Arboles	III-6
C1e. Toma de Datos	III-7

C2. Levantamiento de Información Post-aprovechamiento	III-7
C2a. Daños en la Vegetación	III-7
C2b. Apertura de Claros	III-8
C2c. Zonas de Extracción	III-9
C2d. Toma de Datos	III-10
C3. Evaluación	III-10
C3a. Grupo Comercial Actual	III-10
C3b. Número de Arboles por Hectárea o Abundancia (No/ha)	III-11
C3c. Area Basal	III-11
C3d. Volumen Comercial	III-12
C3e. Importancia Ecológica de la Especie	III-12
C3f. Porcentaje de Daños	III-13
C3g. Índice de Impacto del Aprovechamiento	III-13
C3h. Superficie de Claros	III-14

SECCION IV RESULTADOS IV-1

A. Características del bosque antes del aprovechamiento	IV-1
A1. Composición Florística e Importancia Ecológica	IV-1
A2. Grupo Comercial Actual	IV-1
A3. Abundancia	IV-5
A4. Area Basal	IV-6
A5. Volumen	IV-8
A6. Altura de Arboles	IV-10
A7. Posición de Copa	IV-10
A8. Presencia de Lianas	IV-12
A9. Regeneración Natural	IV-13
A9a. Plántulas	IV-13
A9b. Brinzales	IV-14
A9c. Latizales	IV-15
B. Impacto del Aprovechamiento	IV-16
B1. Daños	IV-16
B2. Construcción de Caminos de Extracción y Pacios de Acopio	IV-19
B3. Apertura de Claros	IV-20
B4. Disturbio en el Suelo del Bosque	IV-22

SECCION V DISCUSION V-1

A. Características del Bosque	V-1
B. Impacto del Aprovechamiento Forestal	V-3

SECCION VI CONCLUSIONES	VI-1
SECCION VII RECOMENDACIONES	VII-1
SECCION VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	VIII-1

RESUMEN EJECUTIVO

El manejo del bosque tropical basado en la regeneración natural hoy es una estrategia muy sólida tendiente a garantizar la sostenibilidad del aprovechamiento maderero. La utilización del recurso bajo esta concepción implica, de hecho, el no retrasar los procesos de renovación del bosque a través de la aplicación de técnicas adecuadas de corta, arrastre y extracción forestal.

En la actualidad, a pesar de que aún se continúa en muchas regiones del mundo con la explotación altamente selectiva y destructiva, se cuenta ya con algunas experiencias relevantes sobre las técnicas de aprovechamiento que ocasionan un bajo impacto ambiental en los ecosistemas forestales.

Bolivia, de una u otra manera se puede enmarcar dentro de estas acciones importantes, ya que contiene un área de bosque seco sub-tropical en la región de Lomerío, donde los recursos maderables están siendo utilizados de forma ordenada por las propias comunidades nativas de la zona, a través de un plan de manejo forestal. Allí el aprovechamiento brinda actualmente avances muy evidentes hacia la sostenibilidad, sin embargo, es necesario analizar la posibilidad de introducir algunas mejoras a fin de consolidar el manejo forestal en los aspectos técnico, ecológico y económico.

La presente investigación fue diseñada para abordar el tema ecológico, por lo que la meta final se centró en la cuantificación del impacto ocasionado por el aprovechamiento maderero sobre la vegetación natural existente. Para cumplir con este cometido, se seleccionó un bloque de manejo, denominado LT'94, de 404 ha de bosque destinado a una corta anual.

En aquel área fueron instaladas 35 parcelas circulares con un radio de 35 metros cada una (0,38 ha) alrededor de árboles a talar, donde además se recolectó información dasométrica en la fase de pre-aprovechamiento. El objeto de esta información fue conocer el bosque antes de la corta, facilitar la evaluación del impacto y contar con datos suficientes para que a corto, mediano y largo plazo permita conocer también la respuesta del bosque ante una determinada intensidad de aprovechamiento forestal.

Los resultados obtenidos para la fase en cuestión, reportaron la existencia de 70 especies arbóreas distribuidas sobre 31 familias. De esta cantidad de especies, aproximadamente el 47% se identificaron como comerciales actualmente en el mercado local e internacional.

El número de individuos presentes en términos de hectárea alcanzó el valor de 420,65 equivalente a 23,27 m² de área basal y un volumen de 73,45 m³ a partir de 10 cm de dap. Solamente entre las especies garroncillo (*Poepiggia procera*) y curupaú (*Anadenanthera macrocarpa*) conformaron aproximadamente 1/3 del Índice de Valor de Importancia (IVI) total.

Los muestreos realizados para la regeneración natural evidenciaron claramente, a través de los resultados de abundancia y frecuencia, que las especies arbóreas comerciales poseen indicios de buena presencia y distribución dentro del bosque. En la clase plántula (vegetación < 2 m de altura), las especies comerciales representaron el 24,79% de la población, los brinzales (vegetación entre 2 m de altura y 5 cm de dap) alcanzaron el 13,62% y finalmente en el tipo de vegetación latizal (individuos entre 5 y 10 cm de dap) contribuyó con un 29,64% de los individuos.

Así también, fueron identificados 3 estratos de acuerdo a la altura total de los árboles: el primero, compuesto por árboles menores a 10 metros está dominado por las copas de garroncillo (*Poepiggia procera*), jichituriqui amarillo (*Aspidosperma macrocarpa*), mapabí (*Nea sp.*), quinina (*Simira sp.*), cari cari (*Acacia sp.*); el segundo estrato, situado entre 10 y 20 metros de altura, presentó otra vez a garroncillo (*Poepiggia procera*) en mayor abundancia, pero con la intromisión de otras especies como curupaú (*Anadenanthera macrocarpa*), momoqui (*Caesalpinia pluviosa*) y cusé (*Casearia gossypidosperma*); finalmente el tercer estrato, conformado por árboles mayores a 20 metros reportó la mayor dominancia para curupaú (*Anadenanthera macrocarpa*) seguido por cuchi (*Astronium urundeuva*), tajibo (*Tabebuia impetiginosa*), momoqui (*Caesalpinia pluviosa*) y sirari (*Peltogyne sp.*).

La presencia de lianas en diferentes partes del árbol señaló que 34,27% de los individuos en LT'94 no contienen trepadores y el restante 65,73% sí las presentan en distinto grado. De igual manera aproximadamente el 39,60% de la vegetación presentan sus copas en condiciones óptimas de iluminación (categorías 3,4 y 5), existiendo por consiguiente una gran mayoría de árboles (65,73%) en situación de deficiente exposición lumínica.

En cuanto al impacto del aprovechamiento forestal se refiere, la evaluación determinó que los daños fueron relativamente bajos (5,89% para número de árboles) en comparación a cifras reportadas en otras partes del mundo. Sin embargo, la cantidad de caminos construidos, resultó ser relativamente alta si se considera la baja intensidad de aprovechamiento aplicado (1,79 m³/ha).

Los claros medidos por la caída de cada árbol talado indicaron un promedio de 72,4 m²; este valor es muy pequeño en relación a otros valores alcanzados por la apertura de claros por la corta de la mara (*Swietenia macrophylla*), en el Beni (Bolivia) y en Paragominas (Brasil).

Finalmente, el mayor porcentaje de disturbio encontrados sobre los suelos ubicados en las zonas de extracción estuvieron concentrados dentro de la clase B (suelo algo disturbado).

SECCION I

INTRODUCCION

El aprovechamiento maderero en el bosque tropical ha sido históricamente una actividad caracterizada por prácticas eminentemente destructivas. Sus efectos se han identificado fácilmente en diferentes lugares del mundo y casi siempre el impacto fue negativo sobre los bosques remanentes y su biodiversidad. La práctica común ha sido la tala selectiva de muy pocas especies, ocasionando la degradación tanto genética como económica del recurso natural.

La explotación en muchos casos ha sido muy dañina y en algunas ocasiones se logra dañar hasta un 70% de la vegetación natural circundante (FAO, citado por FRIENDS OF THE EARTH, 1991), retardando de esta manera los procesos de renovación del bosque.

En Bolivia, el aprovechamiento forestal al margen de contener muchas de las características mencionadas, es en la mayoría de las regiones boscosas la primera actividad que da inicio a los procesos de colonización y la consecuente transformación del bosque hacia la agricultura y/o ganadería. Las causas no siempre son de carácter político-legal, sino que también obedecen a la falta de planificación del aprovechamiento, después del cual se construyen vías de acceso al bosque en cantidades excesivas para la extracción de pocas especies sobre unidades de superficie relativamente grandes. Por ejemplo, LABONAC (1991), observó que muchas empresas madereras dejaron de lado 50.000 ha luego de 5 años de actividad selectiva.

A pesar de ello, en la región de Lomerío del Departamento de Santa Cruz ocurre algo diferente, ya que el bosque está siendo aprovechado de manera ordenada bajo un plan de manejo forestal ejecutado por las comunidades nativas de la zona. Como técnicas rutinarias de manejo en el lugar se pueden citar: censo forestal comercial en cada unidad de bosque destinado al aprovechamiento, conservación de árboles semilleros y protección de la regeneración natural, entre otros. El plan de manejo basa la reposición del bosque en la respuesta de la regeneración natural existente.

Sin embargo, cualquier actividad maderera de producción en el bosque que fundamente su sostenibilidad ecológica en base a la regeneración natural existente debe imprescindiblemente aplicar técnicas de trabajo que dañen lo menos posible a ésta. Aquello se conseguirá a través de un aprovechamiento planificado y ordenado, donde se haga una extracción cuidadosa y se construyan los caminos en forma y superficies adecuadas para el efecto.

La presente investigación, precisamente ha sido realizada con la finalidad de conocer el bosque antes de una corta maderera y luego cuantificar el impacto de la práctica rutinaria de aprovechamiento llevada a cabo en las labores del plan de manejo forestal de Lomerío.

Los objetivos planteados fueron los siguientes:

- C Evaluar las características de la vegetación circundante a árboles a cortar de manera que se conozca el bosque antes del aprovechamiento.

- C Evaluar el impacto del aprovechamiento maderero practicado en el plan de manejo del lugar sobre la vegetación natural existente.

SECCION II

REVISION DE LITERATURA

A. La Explotación Maderera en Bolivia

A1. Prácticas y Procesos de la Explotación Tradicional

De acuerdo a MACA (1993), el Estado boliviano ha otorgado permisos de extracción forestal en 20 millones de hectáreas, cifra que corresponde al 36 % del área cubierta con bosques y al 18% de la superficie del país.

La práctica común de aprovechamiento maderero en todas las concesiones forestales, según Quevedo y Stolz (1992), López (1993) y MACA (1993), es de carácter altamente selectivo de pocas especies, pero que son comercialmente muy valiosas por su calidad.

López (1993), señala que el proceso de aprovechamiento en las reservas forestales de producción suele ser similar en la mayoría de las regiones de bosque. Este puede ser esquematizado de la siguiente manera:

- C Ingreso de empresas madereras con apertura de caminos para extraer selectivamente las especies más valiosas (mara, cedro, morado, roble, etc.);
- C Utilizando los caminos construídos por los madereros, se realiza el asentamiento de colonos nómadas que efectúan el chaqueo del bosque, donde habilitan la tierra para una agricultura de subsistencia;
- C Una vez agotadas las especies valiosas, migración de la empresa a otra área de corte;
- C Ingreso de empresas madereras de menor categoría que extraen maderas principalmente de "construcción", que utilizan además la madera cortada en los chacos por los colonos;
- C Abandono del área chaqueada al segundo o tercer año por agotamiento del terreno y/o falta de capacidad para control y deshierbe;
- C Nuevo chaqueo en área vecina.

LABONAC (1991) citado por López (1993), comprobó en Santa Cruz que empresas madereras cuya producción es la madera aserrada de especies finas han cambiado de ubicación luego de 5 años de actividad. En promedio han dejando de lado 10.000 ha/año de bosque, debido a que ya no cuentan con materia prima de especies valiosas en cantidad suficiente.

Villagra y Romero (1995), mencionan haber observado en la práctica que el objetivo más claro que persiguen las industrias madereras asentadas en diferentes áreas boscosas y Reservas Forestales de Producción, es el logro económico en el período de tiempo más corto posible. Esta forma de aprovechamiento puede generar situaciones negativas para el bosque, en detrimento del potencial forestal actual.

A2. Características del Bosque en Lomerío y su Aprovechamiento Forestal

A2a. Características del Bosque

Según Olivera *et. al.* (1994) en las tierras onduladas de Lomerío, el 55 por ciento de los árboles con un dap ≥ 10 cm pertenecen a las leguminosas, como curupaú (*Anadenanthera macrocarpa*), jichituriqui (*Aspidosperma sp.*), momoqui (*Caesalpinia pluviosa DC*) y tasaá (*Poepigia procera C. Presl*).

Sobre la base de un inventario forestal de reconocimiento ejecutado en la zona norte de Lomerío, de acuerdo a APCOB, BOLFOR y CICOL (1995), se logró mostrar la existencia de regeneración natural con las siguientes características: brinzales (vegetación $\geq 1,30$ m altura y < 5 cm dap): 5587 individuos/ha; latizales (vegetación con $5 \text{ cm} \leq \text{dap} < 10 \text{ cm}$): 712,6 individuos/ha y los Fustales (árboles con $10 \text{ cm} \leq \text{dap} < 20 \text{ cm}$): 208 árboles/ha.

En la misma zona norte y dentro un bloque de bosque denominado Las Trancas '95 (LT'95), Jardim y Killen (1995) encontraron dos tipos de vegetación dominada por varias familias de árboles leñosos. Un bosque de altura, distribuido sobre suelos poco rocosos con buen drenaje, el dosel superior que alcanza los 30 metros de altura y está compuesto por familias como: Mimosoideae, Papilonoideae, Caesalpinoideae, Apocynaceae y otros. Un bosque de bajo, con superficies de extensión menores al bosque de altura, sin embargo, contenida por especies de árboles maderables importantes, tales como: yesquero (*Cariniana estrellensis Kuntze*), bibosi (*Ficus sp.*), morado (*Machaerium scleroxylon*) y otros.

De igual manera, en el bosque LT'94 (aledaño a LT'95) sobre una superficie de 404 ha Licona y Claros (1995) establecieron 80 parcelas rectangulares de 0,1 ha c/u (1,98% de intensidad de muestreo), donde levantaron información dasométrica para árboles con $\text{dap} \geq 10$ cm. Los resultados de aquella investigación caracterizan principalmente la estructura horizontal del bosque de estudio, lo cuales indican la existencia de 62 especies arbóreas representando a 359,38 árboles/ha equivalente a 22,77 m⁵ de área basal y un volumen de 92,20 m³.

El Índice de Valor de Importancia para las especies que presentan los valores más altos, puede ser descrito así: garroncillo 19,91%, curupaú 12,84%, jichituriqui 7,10%, cari cari 4,84%, momoqui 4,71%, toborochi 4,51% y las demás especies con 46,08%.

En el estudio se reportan también los grados de iluminación de copa, donde se puede observar a las especies comerciales desarrollándose satisfactoriamente con un 62,15% de los

individuos (clase 3,4 y 5). Complementariamente, los índices de presencia de lianas indican que el 61,13% de los árboles se encuentran afectados por la presencia de bejucos, tanto en el fuste como en la copa, sin embargo, aquella clase que afecta totalmente el crecimiento (clase 4) representa el 19,39 % de la población total.

A2b. Aprovechamiento Forestal

Según Olivera *et. al.* (1994), el bosque de Lomerío fue explotado inicialmente por empresas madereras que principalmente extrajeron las especies finas como: Morado, Cedro y Roble. Ello, junto con acciones agrícolas ha dejado a ciertas áreas provistas de bosques secundarios, aún todavía jóvenes. Desde 1988, se viene realizando un aprovechamiento de manera planificada alrededor de 200.000 hectáreas de bosque.

Simeone (1994), informa que en el lugar se aprovechan 12 de las 27 especies forestales más abundantes, debido a que solamente esta cantidad es considerada actualmente comercializable (24 de las 27 especies corresponden a madera dura y semidura).

En el aprovechamiento se emplean tractores agrícolas para el transporte y arrastre de trozas (Christiansen, 1994). Las técnicas utilizadas en la tumba y extracción, de acuerdo a Simeone (1994), así como la cantidad de maquinaria empleada, son apropiadas para la existencia de un aprovechamiento de impacto mínimo. Sin embargo existen altos costos, por lo que Christiansen (1994) destaca la construcción de caminos como una de las operaciones más caras; la práctica común es realizar picadas y luego caminos hacia el tocón de cada árbol derribado.

Un aspecto a tener en cuenta, señala Simeone (1994), es la cantidad de desperdicios que se deja en el bosque. La extracción está severamente restringida por el mercado actual, en cuanto a especificaciones del largo de fustes que se pueden aprovechar; esto resulta en grandes cantidades de fustes sanos con un poco menos de 3 metros que se quedan en el bosque hacia su total descomposición. Contreras (1995) al respecto, cuantifica en 5,29 m;/ha los residuos de madera mayor o igual a 1 metro de largo y 20 cm de diámetro dejados en el bosque de la comunidad de Bella Flor.

B. Factores en el Bosque Tropical que Condicionan el Aprovechamiento Forestal

Cordero y Meza (1993), describen algunas características del bosque tropical que de una u otra manera afectan las operaciones de aprovechamiento, éstas pueden resumirse de la siguiente manera:

B1. Variedad Florística

La alta diversidad y poca extracción de especies, hace el aprovechamiento altamente selectivo, debiendo recorrerse y alterarse grandes áreas con el fin de obtener el volumen de madera requerido. Si la utilización del bosque fuera mayor, podría reducirse el área de bosque afectado, obteniendo siempre el mismo volumen.

B2. Tamaño de los Arboles

El gran tamaño del producto con que generalmente se trabaja, se puede considerar ventajoso desde el punto de vista de rendimiento, ya que al concentrarse un gran volumen en una o dos trozas, el rendimiento de la máquina aumenta considerablemente. Pero por otra parte, el mismo tamaño excesivo del producto puede obligar a utilizar métodos más costosos, que causen mayor alteración, o que sencillamente hacen antieconómico el arrastre o extracción de un determinado producto.

B3. Densidad de la Vegetación

La presencia de sotobosques densos significa problemas para trasladarse fácilmente de un lugar a otro en el bosque, lo que dificulta la planificación de las operaciones, desde el punto de vista de conocimiento de la madera existente y de las condiciones del terreno. Conforme aumenta la densidad del sotobosque, también aumenta la dificultad para que la maquinaria maniobre, aumentando los costos de operación y los daños que se causen al bosque. Esta característica tiene su mayor influencia en las operaciones de inventarios y de corta.

B4. Clima

Algunos de los factores climáticos que afectan las labores de aprovechamiento son la temperatura, la humedad relativa y principalmente la precipitación. La precipitación es el factor que tiene más efecto, ya que en algunos casos puede hasta causar la suspensión de todas las labores, debido a que se reduce la capacidad de carga del suelo, disminuye el rendimiento y por lo tanto aumentan los costos.

B5. Topografía

En el trópico, el factor topográfico unido a los factores de clima (alta precipitación) hacen más difíciles las condiciones de aprovechamiento.

B6. Inexistencia de Vías de Acceso

Generalmente, la explotación del bosque es el primer paso o actividad de colonización de una determinada área, por lo que es esta actividad la generadora de las primeras vías de acceso. Debido a que generalmente los bosques se ubican en zonas alejadas es necesario como primera etapa de la operación la construcción de infraestructura (caminos, puestos, campamentos), lo cual afecta los costos de operación y la inversión inicial necesaria.

B7. Disponibilidad de Mano de Obra

En general en las zonas de explotación pueden presentarse problemas para encontrar mano de obra adecuada para cumplir con las diferentes labores que implica el aprovechamiento. Lo anterior significa que deba traerse el personal de otras zonas, debiéndose suministrar las facilidades de hospedaje y alimentación, lo cual incrementa los costos.

C. Impacto del Aprovechamiento Maderero en el Suelo y la Vegetación del Bosque

Campos y Flores (1994), señalan que sin importar el tipo de sistema de corta y transporte de árboles que se utilice la extracción es una operación difícil, a veces peligrosa y perjudicial que tiene el potencial de causar daño sustancial sobre los ecosistemas forestales. El daño causado a los ecosistemas forestales es comúnmente de 3 tipos:

- C Daños a árboles residuales y otra vegetación, que puede poner en peligro la habilidad del bosque para recuperarse completamente antes de la siguiente tala;
- C Alteración y compactación del suelo, que incrementa el potencial de erosión, retarda el crecimiento de árboles residuales y puede interferir con el establecimiento o crecimiento de la regeneración;
- C Daño a los arroyos, causado ya sea directamente cuando las máquinas de arrastre cruzan los arroyos desprotegidos o cuando arrastran los troncos a través de ellos.

C1. Daños en la Vegetación

El corte de un árbol, reporta FRIENDS OF THE EARTH (1991), causa daño a la vegetación circundante, incluyendo a los retoños, a los tallos residuales, se pela la corteza de los árboles restantes (que abre camino a los patógenos) y se retarda y estorba el crecimiento de plántulas provenientes de las coronas descartadas de los árboles caídos. "*Cuando se extraen 1 ó 2 árboles por hectárea y se trabaja cuidadosamente, solamente se destruye el 10 % del bosque en general*"; sin embargo rara vez se trabaja con bastante precisión. En el sudeste asiático se reportaron niveles de daño de hasta 50% del bosque dipterocarpáceo (Ewel y Conde, 1976) por culpa del corte mecanizado; en Malasia occidental (Johns, 1988) se demostró que a pesar de cortar un 3,3 % de los árboles para la madera, el 50,9% quedó destruido durante la extracción; el corte selectivo daña entre el 30 y 40% del bosque circundante y, algunas veces ha llegado hasta el 70%, esto ocurre cuando el corte y extracción se hace de forma descuidada y dañina.

Según Burgess (1971) citado por Veríssimo *et. al.* (1992), una considerable cantidad de daños ocurren por la tumba de árboles, apertura de caminos y extracción.

Sobre una investigación realizada en un bosque tropical amazónico de Brasil, Veríssimo *et. al.* (1992) reportó que debido a la extracción de 6,4 árboles/ha se ocasionó daños severos

sobre aproximadamente 150 árboles/ha con dap \$10 cm. Aquello representó daños sobre casi la mitad de los árboles remanentes (48%), de los cuales el tamaño de daño promedio de árboles fue 20 cm de dap. En el Cuadro 1 se muestra los principales índices de daños reportados por el estudio en cuestión.

Cuadro 1: Promedio de daños causado por la extracción de madera en la región de Paragominas, Brasil

Parámetro	Promedio
No. árboles cosechados /ha	6,4
Daños causado por el aprovechamiento:	148,0
Arboles \$ 10 cm dap (No/ha)	6,4
Area Basal \$ 10 cm dap (m ² /ha)	62,0
Volumen \$ 10 cm dap (m ³ /ha)	
Índice de daños:	
Arboles dañados por árbol extraído	27,0
m ³ dañado por m ³ extraído	1,9

Fuente: Veríssimo *et. al.* (1992)

Por otra parte, Méndez y Vargas (1992) en un bosque tropical de Costa Rica (San Carlos) bajo aprovechamiento planificado, para árboles con dap \$ 10 cm, indicaron que durante un proceso de corta y extracción se dañó o aprovechó 4,59 m² de área basal, distribuidos de la siguiente forma: 3,07 m² aprovechados (66,8%), 1,11 m² muertos durante la actividad (24,18%) y 0,41 m² de área basal quedó en pie, con distinto grado de daño. A su vez, es destacable como 374 árboles (82,74%) no sufrieron ningún daño; 25 árboles (5,53%) sufrieron pérdidas de hasta un 25% de la copa y daños leves en el fuste; 4 árboles sufrieron pérdida de más de un 50% de la copa y 3 árboles sufrieron daños severos y en un futuro pueden morir; 46 árboles murieron o fueron aprovechados.

Finalmente, abordaron a las siguientes conclusiones:

- C Un mayor porcentaje de los árboles queda con potencial de crecimiento, mientras que una minoría (17,26%) han sido eliminados o dañados;
- C El área basal dañada o aprovechada representa un 18,30 % del total observado antes de la intervención;

- C Por cada árbol que se aprovecha, se eliminan o dañan 12 individuos y la mayoría de los daños al bosque es causado por la caída de los árboles, a su vez un porcentaje muy bajo es eliminado por las pistas de arrastre.

Datos puntuales de esta investigación pueden ser observados en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Distribución diamétrica del número de árboles (N) y área basal (G), pre y post-aprovechamiento en la PPM de la unidad de manejo San Jorge, Costa Rica

DAP (cm)	N/ha			G (m ² /ha)		
	Antes	Después	Diferencia	Antes	Después	Diferencia
10 - 20	294	267	27	4,74	4,33	0,41
20 - 30	81	71	10	3,50	3,08	0,42
30 - 40	30	27	3	2,84	2,54	0,30
40 - 50	18	18	0	2,91	2,91	0,00
50 - 60	7	7	0	1,61	1,61	0,00
60 - 70	11	8	3	3,65	2,56	1,10
70 - 80	7	6	1	3,17	2,68	0,49
80 - 90	1	1	0	0,54	0,54	0,00
90 - 100	3	1	2	2,12	0,64	1,48
Total	452	426	46	25,08	20,90	4,18

Fuente: Méndez y Vargas (1992)

De igual manera, Castañeda *et. al.* (1994) efectuó un análisis de daños en un bosque tropical húmedo de Nicaragua, causado por una corta tradicional (sitio:Caño Padilla) y una corta dirigida (sitio:Los Filos). En lo que respecta a daños causado por la caída de árboles talados para extracción, se observó:

En el caso de Los Filos se afectó, en mayor o menor grado, un promedio de 3,9 árboles con dap \geq 20 cm. De éstos, 2,7 árboles murieron durante las operaciones y 0,3 tendrían muy pocas posibilidades de sobrevivir (por presentar daños muy serios). En Caño Padilla fue comparativamente de menor intensidad e involucrando árboles de menores dimensiones que en el caso de Los Filos. El Cuadro 3 muestra la calidad y proporción de daños para los dos sitios.

C2. Caminos de Extracción y Disturbio en el Suelo

De acuerdo a Ewel y Conde (1978), citado por FRIENDS OF THE EARTH (1991), el suelo de los bosques se compacta más después del aprovechamiento y son más susceptibles a la pérdida de nutrientes. Los nutrientes que se filtran y se van de estos suelos son irrecuperables.

Cuadro 3: Evaluación de daños causado por la caída de árboles talados en Los Filos (caso de un aprovechamiento mejorado) y en Caño Padilla (caso de un aprovechamiento tradicional). Zona de Río San Juan, Nicaragua

	Los Filos	Caño Padilla
Area total evaluada (ha)	40,0	20,0
Núm. de árb. extraídos (1/ha)	3,8	3,0
Arboles evaluados (muestra)		
- Número	51,0	30,0
- Diámetro (cm dap)	105,0	82,5
Núm. prom. árb. \$ 20 cm dap afectados por c/árb. talado	3,9	4,6
- Daño CL.1 Cortado	2,7	1,8
- Daño CL.2 Daño muy serio	0,3	0,5
- Daño CL.3 Daño severo	0,4	0,9
- Daño CL.4 Daño menor	0,5	1,4

Fuente: Castañeda *et. al.* (1994)

Muchas veces, aquello da como resultado la saturación de agua en los suelos, lo cual retarda los procesos de regeneración.

Castañeda *et. al.* (1994), en el análisis cualitativo del grado de disturbio ocasionado al suelo en la corta dirigida de Los Filos, Nicaragua, pudo concretar que en toda la superficie del bosque estudiado un 89% de la superficie no fue disturbada (clase A) ; 5,4 % de suelo algo disturbado (Clase B) y un 4,7% de suelo muy disturbado; finalmente, el caso extremo, suelo compactado (Clase D), se apreció en 0,8 % del área. De igual manera, Contreras (1995), hizo un análisis sobre 32 ha del aprovechamiento forestal en la comunidad de Bella Flor (Lomerío) bajo el plan de manejo forestal ejecutado en la zona y observó que 4,18% del área fue afectada. Algunos otros detalles se resumen en el Cuadro 4.

El impacto del aprovechamiento forestal en cuanto se refiere a construcción de caminos fue evidente, recomendando para ello una planificación de la red vial. Propuso así un método de planificación, en el cual señala que en esta área solo se debió construir un 46,2 % de los caminos y pistas existentes. Luego, afirma haber observado que el

estado general de las pistas de arrastre (caminos secundarios) puede ser considerado dentro de la categoría B (suelo algo disturbado).

Cuadro 4: Extensión de caminos y pistas y superficie afectada por el aprovechamiento tradicional en 32 ha (intensidad de extracción : 8,38 m³/ha), comunidad de Bella Flor, Lomerío, Santa Cruz

Tipo	Extensión (m)	Ancho (m)	Densidad (m/ha)	Superficie afectada (m ²)
Camino	2503,86	3	78,25	7511,58
Pistas	2448,69	3	76,52	4897,38
Cancha	-----	-----	-----	1000,00
Total	4952,55	-----	154,76	13400,96

Fuente: Contreras (1995)

Sobre el tema, Uhl y Guimarães (1988), en una investigación del aprovechamiento selectivo en la región de Paragominas (Brasil) reportaron que en un área de 52 ha fueron establecidos 9,25 km (177,90 m/ha) De este total los caminos primarios constituyeron 1,67 km con un ancho promedio de 12,5 m; los caminos secundarios sumaron 5,38 km con un ancho promedio de 3,0 m y los caminos terciarios alcanzaron a 2,18 km con un ancho promedio de 2,2 m. El total de área disturbada fue de 41,90 ha equivalente al 8 por ciento del área boscosa.

Así también, Veríssimo *et. al.* (1992), para otra área de aprovechamiento forestal en la amazonia brasilera, región de Paragominas señala la construcción de 39 m de camino de distinta calidad por cada árbol extraído.

En Malasia (Indonesia), Pinard (1995) comparó los caminos de extracción entre dos áreas, una bajo aprovechamiento tradicional y otra bajo planificación. Una extensa área de suelo fue disturbada por el aprovechamiento tradicional. Incluyendo solamente el área aprovechada, la densidad media de los caminos de arrastre fue mucho más alta en un aprovechamiento tradicional (media = 199 m/ha, Desv. estándar = 35,8) que en el planificado (media=66,5 m/ha, Desviación estándar = 25,7). En el Cuadro 5 se muestra en términos porcentuales el disturbio ocasionado al suelo bajo los dos tipos de aprovechamiento.

Cuadro 5: Porcentaje de disturbio sobre el suelo de un área de aprovechamiento forestal bajo aprovechamiento tradicional y planificado, Malasia, Indonesia

Tipo de disturbio	Aprov. tradicional	Aprov. planificado
Camino y patios de acopio	47	33
Pistas de arrastre	119	35
Total área disturbada	166	68

Fuente: Pinard (1995)

C3. Apertura del Dosel o Formación de Claros

Sloan y Hartshorn (1994), citado por Aguilar y Muñoz (1994), argumentan que la caída de árboles provoca la apertura del dosel, esto tiene como consecuencia cambios drásticos en las condiciones físicas y ambientales del sitio, la formación de claros provoca la regeneración de ciertas especies alterando así la composición del bosque.

El tamaño de los claros es el factor decisivo en la determinación de cuáles especies podrán instalarse. Las aperturas pequeñas permiten el ingreso limitado de luz, favoreciendo solamente a individuos suprimidos y/o que toleran la sombra. Por otro lado, las aperturas grandes favorecerán a aquellas especies que requieren de fuertes intensidades de luz para germinación y/o crecimiento (Quevedo 1986).

Sloan y Hartshorn (1994), citado por Aguilar y Muñoz (1994), determina un claro pequeño: aquél con un área menor a 200 m² y un claro grande al que posee un área aproximada de 620 m². En una corta planificada se debe dirigir la caída de los árboles, de manera que se provoque un tamaño adecuado de claros, esto se logra con claros individuales, así la radiación solar no llegará con demasiada intensidad al sotobosque.

En Paragominas región amazónica de Brasil, según Veríssimo *et. al.* (1992) por cada árbol extraído se forma un claro de 663 m². Para otra área, Veríssimo *et. al.* (1994) indica una apertura de dosel de 368 m² por cada árbol extraído.

Gullison y Hubell (1992), en un estudio sobre la mara en el bosque Chimanes del departamento del Beni, Bolivia, señalan que la tala de árboles comerciales de mara o caoba de tamaño comercial crea claros grandes. El tamaño promedio de claros medidos en aquel estudio fue de 380 m² por árbol talado, con ámbitos que varían entre 100 a 1.000 m².

SECCION III
MATERIALES Y METODOS

A. Descripción de la Zona de Estudio

A1. Lugar, Ubicación y Accesibilidad

El área seleccionada está ubicada en la región de Lomerío, provincia Ñuflo de Chávez del Departamento de Santa Cruz (Sector Este de la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra). Las actividades específicas se desarrollaron en un bloque de manejo forestal con una superficie de 404 ha de bosque denominado Las Trancas 1994 (LT'94), cuya propiedad pertenece a las poblaciones chiquitanas de Las Trancas y Puesto Nuevo.

El lugar está aproximadamente a 390 km de la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra, distancia medida sobre la carretera Santa Cruz - Concepción - Lomerío. Los medios de acceso pueden ser por vía terrestre (vehículos) y/o vía aérea. Las coordenadas en UTM del centro de LT'94 son las siguientes: X: 64207; Y: 8175450.

La Figura 1 muestra gráficamente el lugar exacto del área.

A2. Clima

En función de los datos climáticos disponibles, de acuerdo a APCOB, BOLFOR y CICOL (1995), el Bioclima en la región de Lomerío es tropical y relativamente homogéneo, pudiendo resumirse brevemente en los siguientes puntos:

- C La precipitación media anual alcanza a 1.100 mm, disminuyendo gradualmente en dirección Sur, y alcanzando cerca al Río San Julián unos 1.000 mm anuales. En toda la zona hay una notable estacionalidad de las precipitaciones, con 5 meses secos en los cuales la precipitación media es inferior al doble de la temperatura media (bioclima estacional). Además, como en toda esta zona del continente, existen fuertes bajadas ocasionales de temperatura durante la época seca con motivo de entradas de frentes de aire frío procedente de las latitudes meridionales.
- C La temperatura media anual es de 24 °C a 25 °C, con una media de las mínimas del mes más frío entre 13,5 °C y 14,5°C.

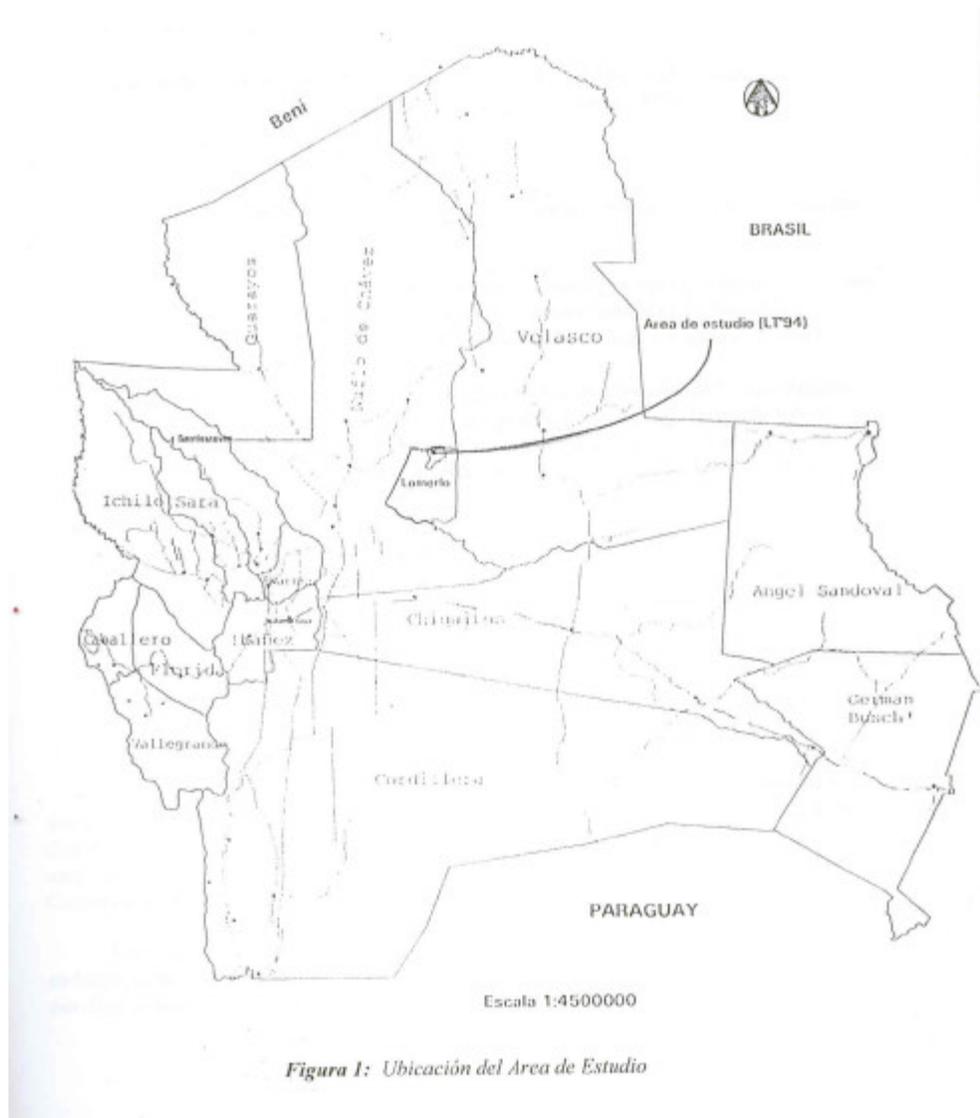


Figura 1: Ubicación del Area de Estudio

Figura 1: Ubicación del Area de Estudio

A3. Zona de Vida

De acuerdo a la clasificación por el sistema Holdridge, Lomerío se encuentra comprendido en la zona de vida de bosque seco subtropical (Unzueta, 1975).

A4. Características de la Vegetación

Según Navarro (1995), la región de Lomerío contiene los siguientes tipos de vegetación importantes:

- C Bosque saxícola muy bajo de lajas y domos rocosos (bosque de lajas), compuesto por especies dominantes como *Sapium argutum* (muresí) y *Commiphora leptophloeos* (piñón bravo) y con un estrato superior a 2 - 4 metros de altura.
- C Bosque bajo pluviestacional esclerófilo y sabanas arboladas derivadas (pampa), constituye la vegetación de los suelos pedregosos con poco desarrollo y poco profundos. Las siguientes especies se pueden encontrar sobreviviendo en este hábitat: *Luehea paniculata* (utobo), *Curatella americana* (chaáco), *Tabebuia aurea* (alcornoque), etc.
- C Bosque subhúmedo semideciduo pluviestacional (monte), es un bosque de altura con dosel arbóreo caracterizado por contener especies maderables como: *Centrolobium* sp. (Tarara amarilla), *Poeppigia procera* (tasaá), *Anadenanthera macrocarpa* (curupaú), *Machaerium scleroxylon* (morado), *Amburana cearencis* (roble), etc.
- C Bosque higrófilo semideciduo, que contiene claramente comunidades de *Cariniana estrellensis* (yesquero) y *Sheelea princeps* (motacú).

En un bosque aledaño al área del presente estudio, Jardim y Killen (1995), encontraron dos tipos de vegetación dominada por varias familias de árboles leñosos. Un bosque de altura, distribuido sobre suelos poco rocosos con buen drenaje, el dosel superior que alcanza los 30 metros de altura y está compuesto por familias como: Mimosoideae, Papilonoideae, Caesalpinoideae, Apocynaceae y otros.

Un bosque de bajío, con superficies de extensión menores al bosque de altura, sin embargo, contenida por especies de árboles maderables importantes, tales como: *Cariniana estrellensis* Kuntze (yesquero), *Ficus* sp. (bibosi), *Machaerium scleroxylon* (morado) y otros.

B. Materiales

1 brújula Suunto,
1 clinómetro Suunto,
1 cinta métrica de 50 metros,
2 medidores electrónicos de distancias,
1 plancheta metálica.

C. Metodología de Investigación

C1. Levantamiento de Información Dasométrica Pre-aprovechamiento

C1a. Forma y Número de Parcelas

La parcela (unidad de muestreo y/o registro) para información dasométrica de árboles con dap ≥ 10 cm fue de forma circular con un radio de 35 m. El centro del círculo fue el árbol a ser aprovechado y con el radio indicado se aseguró la evaluación de todos los daños desde el fuste hasta los que inclusive ocasionó la copa.

El tamaño de la muestra alcanzó a 13,47 ha, superficie conseguida a través de la instalación de 35 parcelas circulares (0,3848 ha/parcela).

La información de vegetación menor a 10 cm de dap (regeneración natural), fue levantada a través de muestreos de existencias en parcelas cuadradas y rectangulares de acuerdo a la propuesta citada por Saravia (1994). La dimensión y cantidad de estas parcelas pueden ser descritas de la siguiente manera:

<u>Parcela</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Dimensión</u>	<u>Superficie</u>	<u>Tamaño de vegetación</u>
1	4	2 m x 2 m	16 m ²	1 cm # Altura < 2m
2	1	5 m x 10 m	50 m ²	Altura ≥ 2 m y dap < 5 cm
3	1	10 m x 10 m	100 m ²	5 cm # dap < 10 cm

C1b. Diseño del Muestreo

El diseño del muestreo fue sistemático y consistió en ubicar 4 parcelas circulares cada 40 ha. Para el efecto se aprovechó la delimitación interna con sendas cada 200 m ya hecha en el bloque de manejo por técnicos locales que ejecutan el aprovechamiento forestal. Las cuatro parcelas circulares dentro de las 40 ha de bosque fueron ubicadas al azar, sin embargo, el árbol elegido como centro tuvo necesariamente que cumplir la condición de no estar influenciado por el aprovechamiento de otro árbol cercano.

Por otra parte, el diseño del muestreo para regeneración natural también fue sistemático. Consistió en ubicar las parcelas cuadradas y rectangulares en el cuadrante "B" de cada parcela circular a distancias fijas con respecto al centro.

La Figura 2 presenta el diseño, las distancias y disposición del tipo de parcelas mencionadas; en donde A, B, C y D corresponden a los lugares muestreados para vegetación mayor o igual a 10 cm. Las parcelas de menor dimensión ubicadas dentro del cuadrante B, reflejan los sitios de muestreo para vegetación menor a 10 cm de dap de acuerdo al detalle indicado en el Punto C3a.

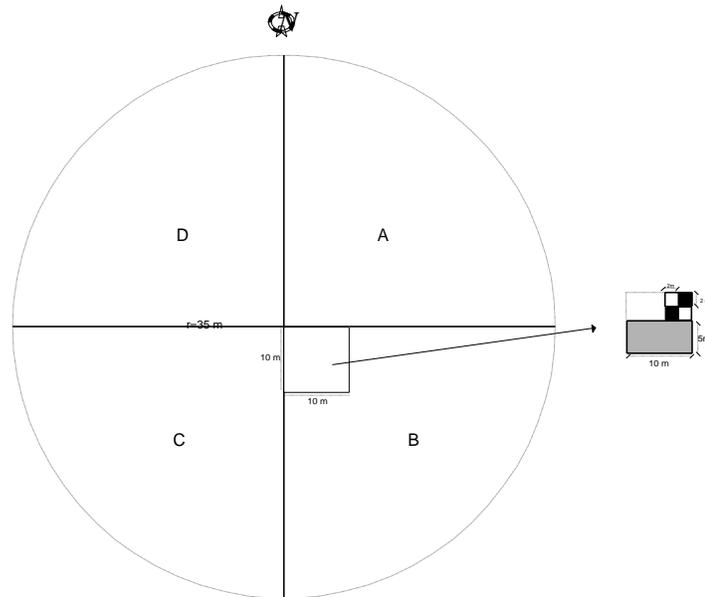


Figura 2: Representación esquemática de una parcela de muestreo para los distintos tamaños de vegetación

C1c. Variables Dasométricas

Para la vegetación con $dap \geq 10$ cm, se midió las siguientes variables dasométricas:

- C **Número de árbol**
- C **Especie** (nombre vulgar de la zona que se le da a cada árbol)
- C **Diámetro altura pecho (dap)**, es la medida del diámetro del fuste a 1,30 m de altura del suelo.
- C **Altura comercial (hc)**, medida desde la base del suelo hasta la primera bifurcación más sobresaliente de la copa.

C **Calidad de fuste (cal)**, correspondió a la calificación de la forma del fuste comercial para aserrío; su medición estuvo supeditada a la propuesta de Saravia (1994):

Calidad	Características
1	Fuste recto sin defectos físicos
2	Fuste ligeramente curvado con defectos leves
3	Fuste tortuoso o muy curvado con defectos graves en su estructura, sirve para leña.

C **Posición de copa (Pc)**, se refiere a la cantidad de luz que recibe la copa del árbol con respecto a sus vecinos. La cualificación fue realizada sobre la base de 5 categorías propuestas por Dawkins (1958), citadas por Synnot (1979). Estas son:

Categoría	Característica
5	Emergente,
4	plena iluminación superior,
3	alguna iluminación superior,
2	alguna luz lateral,
1	ausencia de luz directa.

La Figura 2A ilustra de forma gráfica las categorías descritas.

C **Presencia de lianas (PL)**, señala la cantidad de trepadoras (bejucos) presente en el fuste y copa de árboles. Su medición fue aquella citada por Synnot (1979) y corresponde a los siguientes grados:

Grados	Características
1	Arbol libre de trepadoras ,
2	trepadoras presentes únicamente en el fuste principal y la copa está libre,
3	presencia de trepadoras en la copa pero que no afectan el crecimiento terminal y,
4	la totalidad de la copa cubierta por trepadoras y el crecimiento terminal perdido.

C1d. Plaqueteado y Numeración de Arboles

Cada árbol medido a partir de 10 cm de dap recibió una numeración que fue inscrita en una placa metálica de aluminio y asegurada en el fuste con un clavo a la altura de la medición. La numeración de cada placa contiene 3 códigos con la siguiente información: el primer código, inscrito en la parte superior de la placa indica el número de parcela circular, el segundo código

situado en la parte media, muestra el cuadrante en el cual se encuentra ubicado el árbol y el tercer código, señala el número correlativo del árbol medido. Para el efecto, la numeración correlativa indicada en la parte inferior se inicia y termina en un mismo cuadrante. Cada cuadrante recibió un código entre la letra A y D (4 cuadrantes) y siempre fue ordenado desde el Norte en favor de las manecillas del reloj. La Figura 3 describe sintéticamente el contenido de una placa modelo.

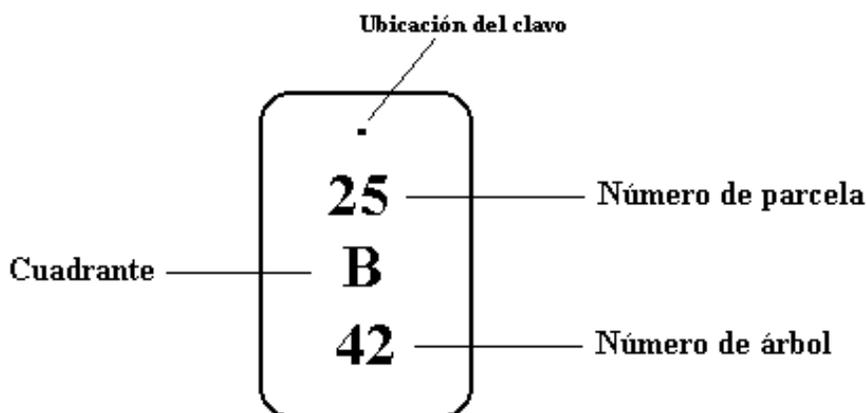


Figura 3: Contenido de una placa modelo colocada en cada árbol

C1e. Toma de Datos

Se inició el trabajo ubicando los árboles a ser derribados, los cuales previamente habían sido marcados para la corta por técnicos que trabajan en el plan de manejo forestal. Luego se procedió a la subdivisión de la parcela circular en cuatro cuadrantes (subparcelas) subdividida cada una de éstas a su vez en 2 partes a través de sendas (con la finalidad de controlar mejor el perímetro). Las sendas que dividieron los cuadrantes se orientaron con dirección Norte-Sur y Este-Oeste.

Una vez terminada la instalación y levantamiento de árboles con dap \$ 10 cm dentro de la parcela circular, inmediatamente se procedió a la instalación de parcelas y levantamiento de existencias para regeneración natural, de acuerdo a lo citado en el Punto C1a.

C2. Levantamiento de Información Post-aprovechamiento

C2a. Daños en la Vegetación

Con el propósito de cuantificar el impacto sobre la vegetación remanente por efectos del aprovechamiento forestal, se utilizó la clasificación de daños propuesta por Méndez y Vargas (1992), cuya descripción es la siguiente:

Clase Característica

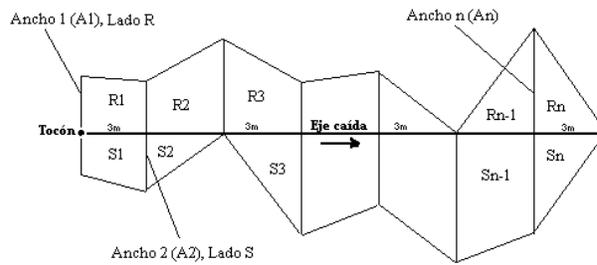
- 1** Árboles que no sufrieron daños;
- 2** Árboles que sufrieron pérdida de hasta 25 % de la copa, daños leves en la corteza y el sistema radicular intacto;
- 3** Árboles que sufrieron daños relativamente extensos sobre el tronco o la copa, daños de aproximadamente a más del 50 % de la copa, corteza dañada moderadamente y el sistema radicular intacto;
- 4** Árboles que sufrieron daños severos y que en un futuro cercano pueden morir, hay pérdida de más de un 75 % de la copa, fustes dañados severamente, árboles parcial o totalmente desraizados, pero que aún continúan viviendo;
- 5** Árboles que murieron a causa de la corta durante el proceso de aprovechamiento;
- 6** Árboles que murieron en forma indirecta a consecuencia de quebraduras, construcción de pistas y caminos.
- 7** Árboles aprovechados

La clase 7 no responde a la clasificación de los autores citados, se añadió en virtud del aprovechamiento de árboles para aserrío dentro del área de muestreo.

C2b. Apertura de Claros

En esta etapa se midió las longitudes de largo y ancho del claro abierto por la caída del árbol talado. El mapeo del área afectada consistió en mediciones sistemáticas del ancho cada 3 metros a partir del eje de caída del árbol (largo). La Figura 4 presenta un esquema de la medición del claro aplicada en la presente investigación .

Una vez realizada la toma de datos, el área del claro se calculó como la sumatoria de cada una de las superficies indicadas en la Figura 4 ($R_1...R_n$ y $S_1...S_n$). Para ello, inicialmente la superficie de cada polígono fue calculada a través de fórmulas utilizadas para triángulos y rectángulos.



R1...Rn : Superficie (m²) desde el primero hasta el enésimo polígono, Lado R
 S1...Sn: Superficie (m²) desde el primero hasta el enésimo polígono, Lado S

Figura 4: Esquema de medición de un claro y los polígonos formados entre una medición y otra

C2c. Zonas de Extracción

Aquí se midió el largo y ancho de las zonas de extracción, tales como: caminos principales, caminos secundarios (pistas de arrastre) y patios de acopio. Para el efecto fueron considerados todos los caminos y patios construidos en el lado norte del camino principal mayor.

Con el objeto de generar un mapa de las diferentes zonas de extracción se incluyó en cada medición el azimut de dirección del camino y su pendiente en porcentaje. La Figura 5 muestra una apreciación de lo efectuado.

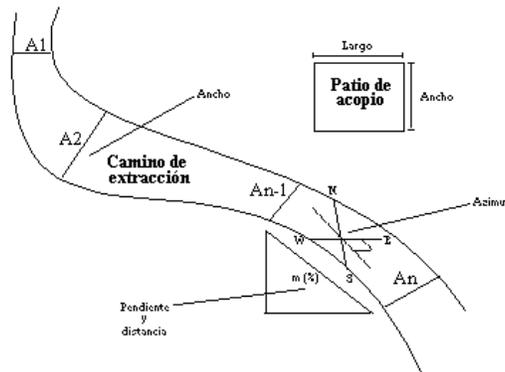


Figura 5: Esquema de levantamiento de datos en caminos de extracción y patios de acopio

Complementariamente se calificó el grado de disturbio ocasionado en el suelo de estas zonas a través de observaciones puntuales y sistemáticas. Dicha calificación obedeció a la propuesta citada por Contreras (1995). Esta es la siguiente:

Grado	Característica
A	Sin disturbar: materia orgánica en su lugar y no evidencia de compactación;
B	Algo disturbado: tres condiciones entran en esta clase: materia orgánica removida y suelo mineral expuesto (1), materia orgánica y suelo mineral mezclado (2) y suelo mineral depositado sobre la materia orgánica (3);
C	Muy disturbado: suelo superficial removido y exposición de los horizontes inferiores y
D	Compactado: compactación obvia como consecuencia del paso de la máquina o del arrastre de la troza.

C2d. Toma de datos

Una vez terminado el aprovechamiento forestal en LT'94, se procedió en primera instancia al levantamiento de daños ocasionados por la corta y extracción. En este sentido se visitaron todas las parcelas circulares para constatar la presencia de cada árbol medido en la etapa de pre-aprovechamiento. Luego, con la ayuda de un clinómetro y una cinta métrica se pasó a la fase de medición del claro, tal como lo expresa la Figura 4.

Finalmente, se realizó el levantamiento de datos en los caminos de extracción y patios de acopio construídos en la zona norte del bloque de manejo. Aquí se midió el largo, ancho, pendiente y azimut del camino, así como las dimensiones de los patios de acopio.

C3. Evaluación

C3a. Grupo Comercial Actual

El grupo comercial de cada especie fue obtenido tomando como base los precios por derecho de monte fijados por la Dirección Forestal del departamento de Santa Cruz para las especies en cuestión. Se asignaron cuatro grupos comerciales, los mismos que obedecieron netamente a un rango de valores económicos definidos en la actualidad. Dichos valores en función de la clasificación realizada son los siguientes:

Especies	Valor presente¹
Muy valiosas	\$ 30 Bs/m;

¹* 1 \$us = 5,00 Bs

Valiosas	20 - 30 Bs/m;
Poco valiosas	< 20 Bs/m;
Sin valor comercial conocido	Sin registro

Los tres primeros grupos para ser considerados como comerciales, debieron por lo menos encontrarse en la lista de derechos de monte, ya que el hecho de ubicarse en aquella situación significaba que su comercialización se había realizado en algún momento. Es importante mencionar que la terminología utilizada para los grupos comerciales refleja la propuesta de Dauber (1995).

C3b. Número de Árboles por Hectárea o Abundancia (No/ha)

El número de árboles por hectárea fue calculado de la siguiente manera:

$$No = \frac{na + n2a + \dots + nna}{3S}$$

donde:

- No = Número de árboles por hectárea
- na = Número de árboles en la parcela a
- n2a = Número de árboles en la parcela 2a
- nna = Número de árboles en la parcela na
- 3S = Sumatoria de las superficies de cada parcela

C3c. Area Basal

El área basal por árbol fue obtenido en base a la siguiente fórmula:

$$g = (dap)^2 \times C / 4$$

donde:

- g = Area basal por árbol
- dap = Diámetro a la altura del pecho

$$C = 3,1416$$

El área basal por hectárea se determinó de la siguiente manera:

$$Ab = \frac{3ga + 32ga + \dots + 3gna}{3S}$$

donde:

- Ab = Area basal por hectárea
- 3ga = Sumatoria de área basal de todos los árboles en la parcela a

- 3g_{2a}**= Sumatoria de área basal de todos los árboles en la parcela 2a
- 3g_{na}**= Sumatoria de área basal de todos los árboles en la parcela na
- 3S** = Sumatoria total de la superficie de cada parcela

C3d. Volumen Comercial

El volumen comercial se obtuvo empleando la fórmula siguiente:

$$V_o = g \times hc \times ff$$

donde:

- V_o** = Volumen comercial
- g** = Area basal del árbol
- hc** = Altura comercial
- ff** = Factor de forma (0,65)

El volumen comercial por hectárea se calculó:

$$V = \frac{3V_o a + 3V_o 2a + \dots + 3V_o na}{3S}$$

donde:

- V** = Volumen comercial por hectárea
- 3V_{o a}** = Sumatoria del volumen comercial de la parcela a
- 3V_{o 2a}** = Sumatoria del volumen comercial de la parcela 2a
- 3V_{o na}** = Sumatoria del volumen comercial de la parcela na
- 3S** = Sumatoria de las superficies de cada parcela

C3e. Importancia Ecológica de la Especie

La importancia ecológica de cada especie se estimó mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI), propuesto por Curtis y Mc Intosh (1950). El IVI se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IVI(a) = A\% + D\% + F\%$$

donde:

- A % (a)** = Abundancia relativa de la especie a
- D % (a)** = Dominancia relativa de la especie a
- F % (a)** = Frecuencia relativa de la especie a

La abundancia relativa se calcula como el porcentaje del número de árboles de una especie dada, con respecto al total de la población de árboles.

$$A \% (a) = \frac{Aa \times 100}{A}$$

donde:

Aa = Número de árboles/ha de la especie a

A = Número total de árboles en la población

Se considera como dominancia al porcentaje de área basal de cada especie en relación al área basal de toda la población.

$$D \% (a) = \frac{Da \times 100}{D}$$

donde:

Da = Area basal/ha de la especie a

D = Area basal total/ha de toda la población de árboles

La frecuencia es expresada como el porcentaje del número de parcelas en las que aparece una especie dada con relación al número total de parcelas levantadas.

$$F \% (a) = \frac{Fa \times 100}{F}$$

donde:

Fa = Número de parcelas donde ocurre la especie a
Número total de parcelas levantadas

F = Sumatoria de todas las frecuencias absolutas para todas las especies

C3f. Porcentaje de Daños

Es la relación entre los valores antes y después del aprovechamiento para los diferentes atributos medidos.

$$\% D(A) = D(A)_f \times 100/A_i$$

donde:

% D(A) = Porcentaje de daños del atributo A

D(A)_f = Valor del atributo A después de la corta

A_i = Valor presentado por el atributo A antes de la corta

C3g. Índice de Impacto del Aprovechamiento

Es un valor que indica la relación existente entre dos atributos calculados después de la corta, los cuales pueden ser diferentes o iguales. He aquí el ejemplo de un índice de impacto:

$$Id = A_d/B_e$$

donde:

Id = Índice de impacto de daños

A_d = Valor del atributo A dañado

B_e = Valor del atributo B extraído

C3h. Superficie de Claros

La superficie de cada claro fue el resultado de sumar el área del polígono formado por la intersección del extremo de un ancho y otro subsiguiente (ver Figura 4). Se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$Ac = 3(R_1 + R_2 + \dots + R_{n-1} + R_n) + 3(S_1 + S_2 + \dots + S_{n-1} + S_n)$$

donde:

A_c = Area del claro

$R_1 \dots R_n$ = Area desde el primero hasta el enésimo polígono formado entre una Matachewan y otra subsiguiente en la primera mitad del claro

$S_1 \dots S_n$ = Area desde el primero hasta el enésimo polígono formado entre una Matachewan y otra subsiguiente en la segunda mitad del claro

SECCION IV RESULTADOS

A. Características Del Bosque antes del Aprovechamiento

A1. Composición Florística e Importancia Ecológica

En el bosque de estudio se encontró un total de 70 especies arbóreas a partir de 10 cm de dap, distribuidas en 31 familias. No obstante, existieron algunos individuos de poca abundancia que no se identificaron, pero que en conjunto fueron considerados como una especie.

El Cuadro 6 muestra una lista de las diferentes especies registradas con su respectivo nombre científico y familia.

La importancia ecológica de las especies existentes, fue estimada a través del Índice de Valor de Importancia (IVI). Con base en este parámetro se encontró el peso ecológico aportado por cada especie, cuya distribución porcentual en orden de importancia es la siguiente: garroncillo 18,47%, curupaú 12,57%, jichituriqui amarillo 4,96%, momoqui 4,44%, cari cari 3,84%, toborochi 3,69%, pequí blanco 3,34% y cusé 3,21%. El Cuadro 7 presenta los valores para todas las especies y la Figura 6a muestra la relación porcentual de las 8 especies que presentan mayor valor. Debe notarse que aproximadamente 1/3 del IVI total sólo es conformado por garroncillo y curupaú.

Por otra parte, algunas especies con alto valor en el IVI, han sido influenciadas claramente por su dominancia, como pequí blanco y toborochi u otras por su abundancia, como el caso de cusé.

La Figura 6b y 6c, fundamentan esta apreciación.

A2. Grupo Comercial Actual

La clasificación obtenida en base a las 70 especies registradas arrojó que un 52,86% de éstas pertenecen al grupo Sin Valor Comercial Conocido (SV); 35,71% a las Poco Valiosas (PV); 8,57% a las Valiosas (V) y un 2,86% al grupo comercial Muy Valiosas (MV). Los resultados de la clasificación comercial para todas las especies se incluyen en el Cuadro 6.

Si se agrupan los valores dados en función de las especies comerciales y no comerciales, se observa que casi la mitad (47,14%) de éstas se encuentra en la primera condición.

Cuadro 6: Lista de especies por grupo comercial

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Grupo Comercial
1	Morado	<i>Machaerium scleroxylon</i>	Papilionoidaceae	MV
2	Picana	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	MV
3	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	V
4	Roble	<i>Amburana cearensis</i>	Papilionoidaceae	V
5	Soto	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	Anacardiaceae	V
6	Sirari	<i>Peltogyne sp.</i>	Caesalpinaceae	V
7	Tajibo	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Bignoniaceae	V
8	Verdolago	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Rubiaceae	V
9	Ajo	<i>Gallesia integrifolia</i>	Phytolacaceae	PV
10	Azucaró	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	PV
11	Bibosi	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	PV
12	Cabeza de mono	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Bignoniaceae	PV
13	Chirimoya	<i>Annona sp.</i>	Anonaceae	PV
14	Comomosi	<i>Bougainvillea nitens</i>	Nictaginaceae	PV
15	Cuchi	<i>Astronium urundeuva</i>	Anacardiaceae	PV
16	Cuqui	<i>Senna sp.</i>	Caesalpinioideae	PV
17	Curupaú	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Mimosaceae	PV
18	Cuta	<i>Phyllosthylon rhamnoides</i>	Ulmaceae	PV
19	Garroncillo (tasaá)	<i>Poeppigia procera</i>	Caesalpinaceae	PV
20	Jichituriqui amarillo	<i>Aspidosperma macrocarpa</i>	Apocynaceae	PV
21	Jichituriqui colorado	<i>Aspidosperma cilindrocarpum</i>	Apocynaceae	PV
22	Leche leche	<i>Sapium sp.</i>	Euphorbiaceae	PV
23	Mani	<i>Platypodium sp.</i>	Papilionoidaceae	PV
24	Mapabi	<i>Neea sp.</i>	Nyctaginaceae	PV
25	Mapajo	<i>Ceiba samauma</i>	Bombacaceae	PV
26	Momoqui	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Caesalpinaceae	PV
27	Paquió	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpinaceae	PV
28	Pequi blanco	<i>Eriotheca roseurum</i>	Bombacaceae	PV
29	Pequi colorado	<i>Pseudobombax marginatum</i>	Bombacaceae	PV
30	Quina	<i>Pogonopus tubulosus</i>	Rubiaceae	PV
31	Tarara amarilla	<i>Centrolobium microaechete</i>	Papilionoidaceae	PV
32	Tarara colorada	<i>Platymiscium sp.</i>	Papilionoidaceae	PV
33	Yesquero	<i>Cariniana estrellensis</i>	Lecythidaceae	PV
34	Algodoncillo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae	SV
35	Almizque de puerco	<i>Zantoxylum sp.</i>	Rutaceae	SV
36	Ambaibo	<i>Cecropia sp.</i>	Cecropiaceae	SV
37	Carandá	<i>Dalbergia ripara</i>	Papilionoideae	SV
38	Caracaré	<i>Cereus sp.</i>	Cactaceae	SV
39	Cari cari	<i>Acacia sp.</i>	Mimosaceae	SV
40	Carne de toro	<i>Combretum leprosum</i>	Combretaceae	SV
41	Cuguchi			SV
42	Chichapi	<i>Celtis sp.</i>	Ulmaceae	SV
43	Coco	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	SV
44	Cusé	<i>Casearia gossypiosperma</i>	Flacourtiaceae	SV
45	Cusecillo	<i>Gallipia sp.</i>	Rutaceae	SV
46	Desconocido			SV
47	Guabirá	<i>Campomanesia aromática</i>	Mirtaceae	SV
48	Limoncillo	<i>Capparis speciosa</i>	Capparadaceae	SV
49	Marlillo		Cactaceae	SV
50	Mochochó			SV
51	Mora	<i>Maclura tinctora</i>	Moraceae	SV
52	Moradillo	<i>Machaerium sp.</i>	Papilionoidaceae	SV
53	Motacú	<i>Scheelea princeps</i>	Palmaceae	SV
54	Pacay	<i>Inga sp.</i>	Mimosaceae	SV
55	Pacobillo	<i>Capparis prisca</i>	Capparidaceae	SV
56	Pata de vaca			SV
57	Peloto			SV
58	Penoco	<i>Samanea saman</i>	Mimosaceae	SV
59	Pica pica	<i>Urera nacinata</i>	Urticaceae	SV
60	Pitón	<i>Trichilia elegans</i>	Meliaceae	SV
61	Piñón bravo			SV
62	Quinina	<i>Simira sp.</i>	Rubiaceae	SV
63	Sotoubo			SV
64	Sumuqué	<i>Syagrus sancona</i>	Palmaceae	SV
65	Tipa	<i>Machaerium sp.</i>	Papilionoidaceae	SV
66	Toborochoi	<i>Chorisia speciosa</i>	Bombacaceae	SV
67	Toco	<i>Enterolobium contortisilicum</i>	Mimosaceae	SV
68	Total		Palmaceae	SV
69	Tusequi	<i>Machaerium hirtum</i>	Mimosaceae	SV
70	Utobo		Tiliaceae	SV

MV : Muy Valiosas PV: Poco Valiosas V : Valiosas SV: Sin Valor comercial conocido

Cuadro 7: Índice de Valor de Importancia de las especies existentes

No.	Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Índice Valor Import.	
		[A]	A%	[D]	D%	[F]	F%	[I.V.I.]	I.V.I.%
1	Garroncillo	121.830	28.860	5.242	22.530	1.000	3.930	86.420	18.473
2	Curupú	52.192	12.410	4.756	20.430	1.000	3.690	96.770	12.257
3	Jichituriqui amarillo	27.915	6.640	1.058	4.550	0.940	3.690	14.880	4.960
4	Momoqui	17.521	4.170	1.240	5.330	0.970	3.810	13.310	4.437
5	Cari cari	19.897	4.730	0.892	2.970	0.970	3.810	11.810	3.837
6	Toborocho	11.730	2.790	1.061	4.560	0.940	3.690	11.040	3.680
7	Pequi blanco	8.979	1.860	1.451	6.240	0.540	2.120	10.020	3.340
8	Cusé	19.748	4.690	0.266	1.140	0.970	3.810	9.640	3.213
9	Tarara amarilla	8.612	2.050	0.735	3.160	0.710	2.790	8.000	2.667
10	Cuchi	5.791	1.380	0.922	3.960	0.650	2.590	7.930	2.643
11	Mapabi	13.066	3.110	0.206	0.890	0.970	3.810	7.810	2.603
12	Quinina	12.547	2.980	0.224	0.960	0.970	3.810	7.750	2.583
13	Moradillo	12.770	3.040	0.288	1.240	0.860	3.380	7.660	2.553
14	Tajibo	6.311	1.500	0.878	2.910	0.800	3.140	7.550	2.517
15	Sirari	5.568	1.320	0.609	2.620	0.710	2.790	6.730	2.243
16	Morado	8.014	1.430	0.456	1.960	0.740	2.910	6.300	2.100
17	Desconocido	8.241	1.960	0.115	0.490	0.830	3.260	5.710	1.903
18	Carne de toro	6.459	1.540	0.289	1.240	0.650	2.590	5.370	1.790
19	Ajo	5.642	1.340	0.343	1.470	0.430	1.690	4.500	1.500
20	Azucaró	2.821	0.670	0.324	1.390	0.540	2.120	4.180	1.393
21	Mani	3.489	0.830	0.122	0.520	0.690	2.710	4.060	1.353
22	Pacobillo	4.083	0.970	0.106	0.460	0.600	2.360	3.790	1.263
23	Chirimoya	3.415	0.810	0.056	0.240	0.570	2.240	3.290	1.097
24	Cuta	3.935	0.940	0.243	1.040	0.310	1.220	3.200	1.067
25	Almizque de puerco	2.970	0.710	0.031	0.130	0.600	2.360	3.200	1.067
26	Picana	2.524	0.600	0.064	0.270	0.510	2.000	2.870	0.957
27	Jichituriqui colorado	2.821	0.670	0.114	0.490	0.370	1.450	2.610	0.870
28	Tarara colorada	1.708	0.410	0.129	0.550	0.400	1.570	2.530	0.843
29	Pequi colorado	2.376	0.560	0.094	0.400	0.400	1.570	2.530	0.843
30	Comomosi	2.376	0.560	0.111	0.480	0.290	1.140	2.180	0.727
31	Verdolago	0.742	0.180	0.287	1.230	0.140	0.550	1.950	0.650
32	Guabirá	1.411	0.340	0.027	0.120	0.340	1.340	1.800	0.600
33	Pica pica	1.262	0.300	0.021	0.090	0.310	1.220	1.610	0.537
34	Pitón	1.411	0.340	0.029	0.120	0.290	1.140	1.600	0.533
35	Yesquero	1.262	0.300	0.045	0.190	0.260	1.020	1.510	0.503
36	Soto	0.594	0.140	0.149	0.640	0.170	0.670	1.450	0.483
37	Ufobo	1.411	0.340	0.026	0.110	0.230	0.900	1.350	0.450
38	Cedro	0.817	0.190	0.107	0.460	0.170	0.670	1.320	0.440
39	Mapejo	1.188	0.280	0.118	0.510	0.110	0.430	1.220	0.407
40	Quina	0.742	0.180	0.009	0.040	0.230	0.900	1.120	0.373
41	Sumuqué	0.668	0.160	0.014	0.060	0.230	0.900	1.120	0.373
42	Motacú	1.039	0.250	0.094	0.410	0.110	0.430	1.090	0.363
43	Roble	0.668	0.160	0.083	0.350	0.140	0.550	1.060	0.353
44	Bibosi	0.594	0.140	0.090	0.390	0.110	0.430	0.960	0.320
45	Carandá	0.668	0.160	0.007	0.030	0.140	0.550	0.740	0.247
46	Limoncillo	0.520	0.120	0.012	0.050	0.140	0.550	0.720	0.240
47	Algodoncillo	0.371	0.090	0.009	0.040	0.140	0.550	0.680	0.227
48	Tipa	0.297	0.070	0.013	0.050	0.110	0.430	0.550	0.183
49	Ambalbo	0.297	0.070	0.010	0.040	0.090	0.350	0.460	0.153
50	Pitón bravo	0.594	0.140	0.016	0.070	0.060	0.240	0.450	0.150
51	Coco	0.223	0.050	0.005	0.020	0.090	0.350	0.420	0.140
52	Cusecillo	0.223	0.050	0.002	0.010	0.090	0.350	0.410	0.137
53	Marfillo	0.223	0.050	0.003	0.010	0.090	0.350	0.410	0.137
54	Cuquí	0.371	0.090	0.011	0.050	0.060	0.240	0.380	0.127
55	Toco	0.148	0.040	0.018	0.080	0.050	0.240	0.360	0.120
56	Mora	0.148	0.040	0.006	0.030	0.060	0.240	0.310	0.103
57	Penoco	0.148	0.040	0.006	0.030	0.060	0.240	0.310	0.103
58	Paquíó	0.148	0.040	0.005	0.020	0.060	0.240	0.300	0.100
59	Chichapi	0.148	0.040	0.003	0.010	0.060	0.240	0.290	0.097
60	Tusequi	0.148	0.040	0.003	0.010	0.060	0.240	0.290	0.097
61	Cabeza de mono	0.148	0.040	0.002	0.010	0.030	0.120	0.170	0.057
62	Peloto	0.074	0.020	0.004	0.020	0.030	0.120	0.160	0.053
63	Caracoré	0.074	0.020	0.004	0.020	0.030	0.120	0.160	0.053
64	Total	0.074	0.020	0.001	0.010	0.030	0.120	0.160	0.050
65	Mochochó	0.074	0.020	0.002	0.010	0.030	0.120	0.150	0.050
66	Leche leche	0.074	0.020	0.002	0.010	0.030	0.120	0.150	0.050
67	Pacay	0.074	0.020	0.002	0.010	0.030	0.120	0.150	0.050
68	Sotoubo	0.074	0.020	0.003	0.010	0.030	0.120	0.150	0.050
69	Pata de vaca	0.074	0.020	0.001	0.010	0.030	0.120	0.150	0.050
70	Cuguchi	0.074	0.020	0.001	0.000	0.030	0.120	0.140	0.047
	TOTAL	420.651	100.000	23.273	100.000	25.460	100.000	300.000	100.000

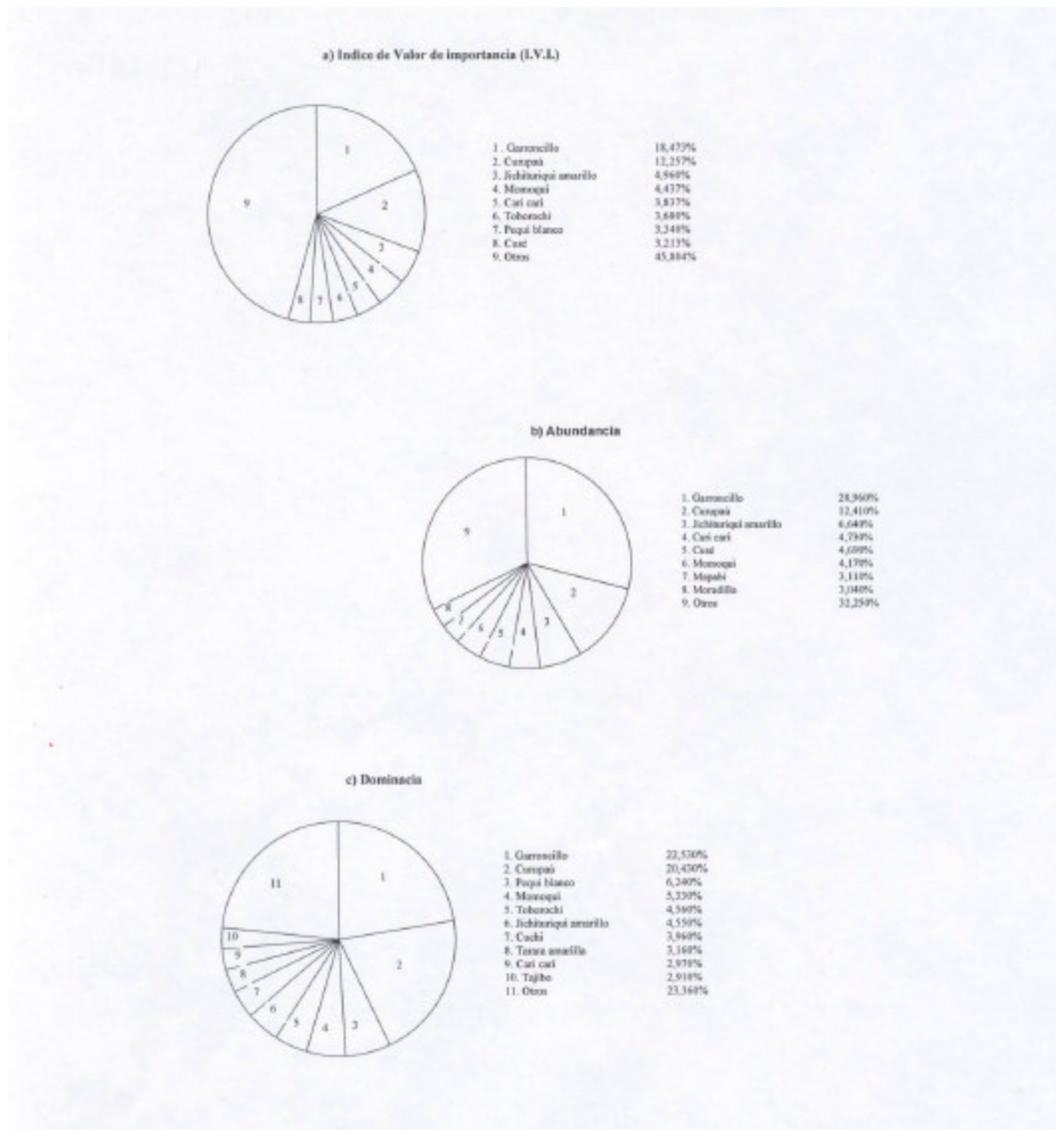


Figura 6: Representación porcentual del Índice de Valor de Importancia (a), abundancia (b) y dominancia (c) de las principales especies encontradas en LT'94

A3. Abundancia

La vegetación de LT'94 presenta 420,65 individuos por hectárea (Número de parcelas (N) = 35 y un Error de Muestreo (EM) = 3,08% al 95% de confianza) a partir de 10 cm de dap; de esta cantidad 374,03 árboles equivalente al 88,92% se encuentran ubicados entre la Clase diamétrica 10 - 40 cm y el 11,08% restante está contenido en las clases superiores a 40 cm (ver Cuadro 8).

La Figura 7 presenta la curva de distribución de individuos por clase diamétrica a intervalos de 10 cm. En dicha Figura se visualiza una gran cantidad de individuos en las clases inferiores, decreciendo significativamente el número a medida que se incrementa el diámetro. La curva adopta una forma de "J" invertida, la misma que es peculiar de los bosques tropicales.

Figura 7: Curva de distribución de individuos por clase diamétrica

El Cuadro 1A agrupa el número de individuos por grupo comercial de acuerdo a la clasificación dada en el punto A2. De allí se evidencia un 71,11% de los individuos distribuidos en el grupo comercial PV; 23,37% en el SV; 3,49% en las V y 2,03% en el grupo de las MV.

Los diferentes parámetros estadísticos encontrados para la población de árboles con dap\$ 10 cm pueden ser observados en el Cuadro 4A.

Cuadro 8: Resumen de parámetros dasométricos por clase diamétrica

D A P (cm)	Número de árboles		Area basal		Volumen	
	No/ha	%	m ² /ha	%	m ³ /ha	%
10-20	225,77	53,67	3,65	15,70	8,13	11,07
20-30	95,18	22,63	4,57	19,65	12,92	17,59
30-40	53,08	12,62	5,05	21,68	16,01	21,80
40-50	27,47	6,53	4,27	18,33	14,94	20,34
50-60	11,95	2,84	2,77	11,90	10,82	14,73
60-70	4,68	1,11	1,52	6,54	5,68	7,73
70-80	1,04	0,25	0,45	1,92	1,36	1,85
80-90	1,04	0,25	0,58	2,51	2,22	3,02
> 90	0,45	0,11	0,41	1,76	1,36	1,86
Total	420,65	100,00	23,27	100,00	73,45	100,00

Fuente: Datos de campo

A4. Area Basal

El área basal (Ab) por hectárea obtenido para la vegetación en cuestión fue de 23,27 m²/ha (N= 35, EM=5,15% al 95% de confiabilidad). Bajo este contexto, la Clase 10 - 40 cm presenta el 57,03% del Ab; el otro 42,97% es aportado por los árboles con un dap superior a 40 cm.

La mayor cantidad de Ab, según el Cuadro 8 y Figura 8, se concentra entre las clases diamétricas 10 y 50 cm ; dentro de este intervalo se proporciona un valor de 17,5 m²/ha. A partir de 50 cm de dap el área basal disminuye significativamente a 5,46 m²/ha.

La Figura 9 presenta un resumen del área basal en términos porcentuales ofrecido por cada grupo comercial, donde se visualiza que las especies PV agrupan el 79,47%, las SV 10,07%, las V 8,22% y las MV 2,23% del área basal total.

Si sólo se considera el grupo comercial PV, según el apéndice 2A, dentro de este grupo la especie garroncillo ofrece 5,24 m² y ocupa el primer lugar, luego está curupaú con 4,76 m² en segundo lugar y posteriormente se tiene a pequí blanco con 1,45 m² como las especies más representativas.

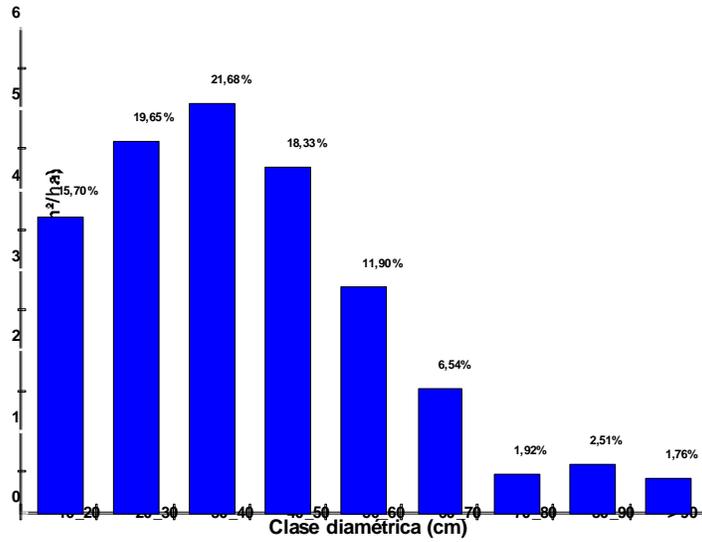


Figura 8: Distribución del área basal por clase diamétrica

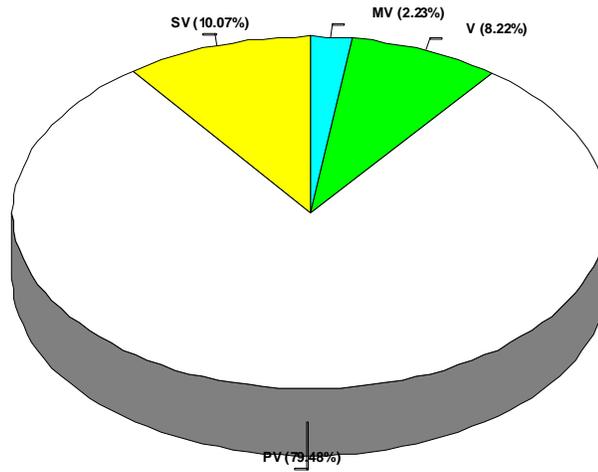


Figura 9: Representación porcentual del área basal por grupo comercial

A5. Volumen

El volumen estimado alcanzó a 73,45 m³/ha (N=35, EM= 5,98% al 95% de confianza). Los árboles comprendidos entre 20 y 60 cm de dap son los que mayor volumen proporcionan al conjunto total, puesto que participan con 54,69 m³/ha (observar Cuadro 8 y Figura 10).

Haciendo una clasificación entre el volumen potencial (dap<40 cm) y actual (dap≥40 cm), se observa un equilibrio entre las dos clases, el primero contiene 37,06 m³/ha (50,46%) y el segundo 36,38 m³/ha (49,54%).

La Figura 11 muestra la representación porcentual del volumen tomando en cuenta el grupo comercial; de ahí es notorio como un 81,17% del volumen corresponde a las PV; 9,81% a las V; 6,64% a las SV y 2,37% a las MV.

Dentro del grupo comercial PV, solamente cinco especies conforman casi 2/3 del volumen total. Este volumen es atribuido a las especies citadas a continuación en orden descendente: curupaú con 19,44 m³, garroncillo con 14,84 m³, pequí blanco con 5,44 m³, cuchi con 4,50 m³ y jichituriqi con 4,15 m³ (ver Cuadro 3A).

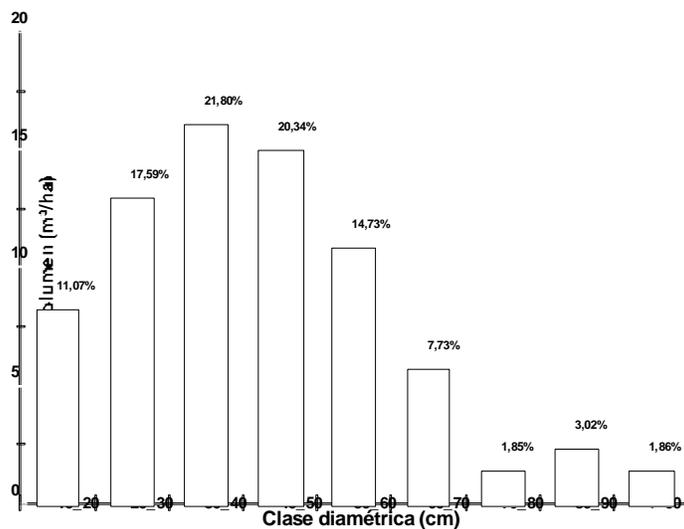


Figura 10: Distribución del volumen maderable (m³/ha) por clase diamétrica

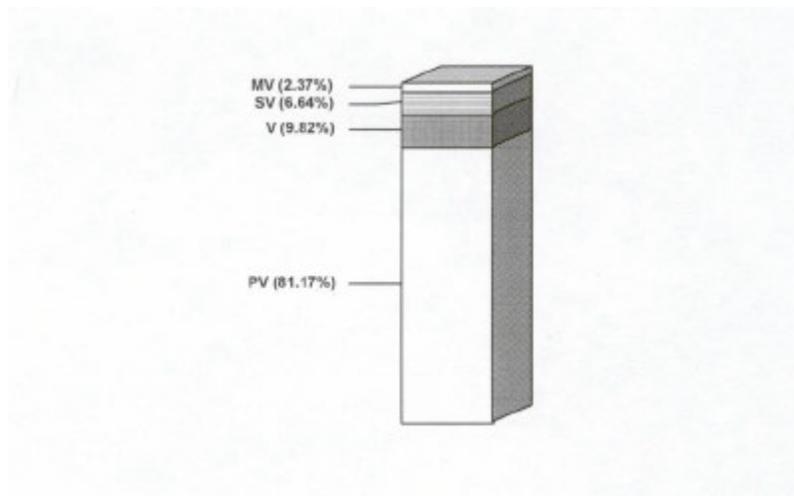


Figura 11: Representación porcentual del volumen por grupo comercial

Por otra parte, tomando en cuenta el volumen según la calidad de fuste, se tienen los siguientes resultados por hectárea : calidad 1: 50,92 m³; calidad 2: 16,68 m³ y calidad 3: 5,82 m³. El Cuadro 9 y la Figura 12 presentan un resumen del volumen versus las 3 calidades evaluadas.

Cuadro 9: Resumen del volumen (m³/ha) por clase diamétrica y calidad de fuste comercial

DAP (cm)	1	Calidad de fuste 2	3	Total	%
10-20	4,67	2,40	1,07	8,13	11,08
20-30	7,64	3,69	1,56	12,89	17,56
30-40	10,46	4,30	1,26	16,01	21,81
40-50	10,86	2,89	1,19	14,94	20,35
50-60	8,27	2,17	0,37	10,82	14,74
60-70	4,43	1,00	0,25	5,68	7,73
70-80	1,32	0,00	0,04	1,36	1,86
80-90	1,90	0,24	0,08	2,22	3,02
> 90	1,36	0,00	0,00	1,36	1,86
Total	50,92	16,68	5,82	73,42	100,00

Fuente: Datos de campo

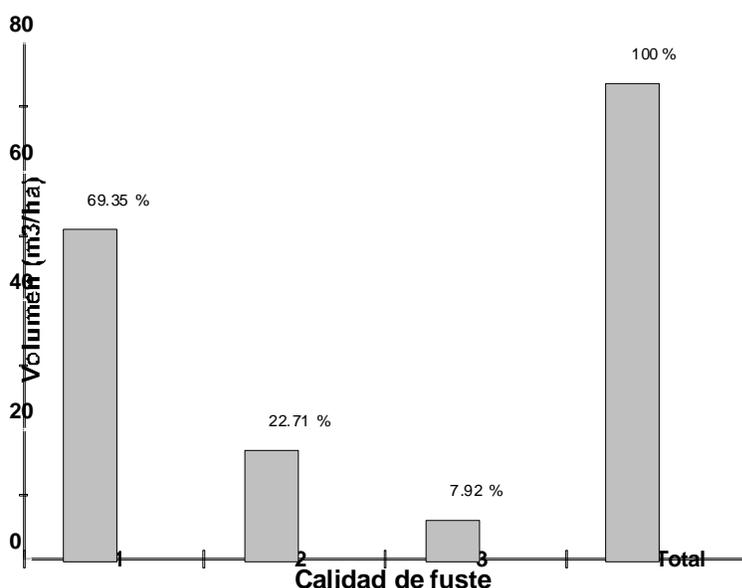


Figura 12: Volumen maderable (m³/ha) por calidad de fuste

A6. Altura de árboles

Con base en las alturas totales de los árboles se observan 3 estratos diferenciables dentro del perfil vertical del bosque LT'94. El primer estrato, cuya altura está comprendida por árboles menores a 10 m, reportan el 43,71% de los individuos; de esta cifra las siguientes especies dominan el estrato: garroncillo (24,71%), jichituriqui amarillo (8,80%), mapabí (6,74%), cusé (6,06%), quinina (5,51%) y cari cari (5,09%).

El segundo estrato, con una altura desde 10 a 20 m, presentó el 52,59 % de los árboles del bosque y señaló a garroncillo (33,75%), curupaú (18,25%), momoqui (5,96%), jichituriqui amarillo (5,29%) y cari cari (4,75%) como las especies predominantes en abundancia.

Finalmente, el tercer estrato (el más alto), distribuido sobre la base de 20 m de altura, mostró a curupaú con 46,07% de los individuos como la especie más dominante, seguido por garroncillo con 10,3%, cuchi con 8,84%, momoqui con 7,33%, tajibo con 6,86% y sirari con 4,42%.

Los resultados para las diferentes clases de altura se acompañan en el Cuadro 5A.

A7. Posición de Copa

Con respecto a la exposición lumínica de las copas se tiene a 374,03 árboles dentro del intervalo 10-40 cm, de esta cifra el 30,55% de los individuos se encuentran en la categoría 1 (ausencia de luz directa); 29,87% en la categoría 2 (alguna luz lateral); 19,63% en la categoría 3

(alguna iluminación superior); 8,73% en la categoría 4 (plena iluminación superior) y 11,23% en la categoría 5 (copa emergente con luz directa). Agrupando aquellas categorías que indican una débil exposición a la luz (1,2 y 3) se tiene el 80,05% de los individuos en esta condición; pero más importante es aún el hecho de que dicho porcentaje el 69,96% equivalente a 209,67 árboles por hectárea, pertenece a las especies comerciales en la actualidad (ver Cuadro 6A).

El Cuadro 10 presenta los valores absolutos y relativos por clase diamétrica y categorías de posición de copa, donde se refleja a la clase englobada entre 10 y 20 cm como aquella que concentra los individuos de las categorías 1 y 2; en la clase subsiguiente 20-30 cm la mayor cantidad de árboles se hallan agrupados en las categorías 2 y 3. Finalmente, entre la Clase 30 y 40 cm los individuos se distribuyen aproximadamente en forma lineal (cantidad casi constante) sobre las diferentes categorías de posición de copa, no obstante, se observa un leve incremento de número de árboles en la categoría 5 (buena exposición lumínica). La Figura 13 ilustra de forma gráfica lo indicado.

Cuadro 10: Número de árboles (No/ha) y su representación porcentual por categorías de

Posición de Copa	10 - 20		20 - 30		30 -40		Total	
	No/ha	%	No/ha	%	No/ha	%	No/ha	%
1	98,30	26,31	12,70	3,40	3,12	0,83	114,11	30,54
2	76,77	20,54	27,10	7,25	7,72	2,07	111,58	29,86
3	37,05	9,91	26,95	7,21	9,35	2,50	73,35	19,63
4	8,32	2,23	12,77	3,42	11,58	3,10	32,67	8,74
5	5,12	1,37	15,52	4,15	21,31	5,70	41,95	11,23
Total	225,55	60,36	95,03	25,43	53,08	14,21	373,66	100,00

Fuente : Datos de campo

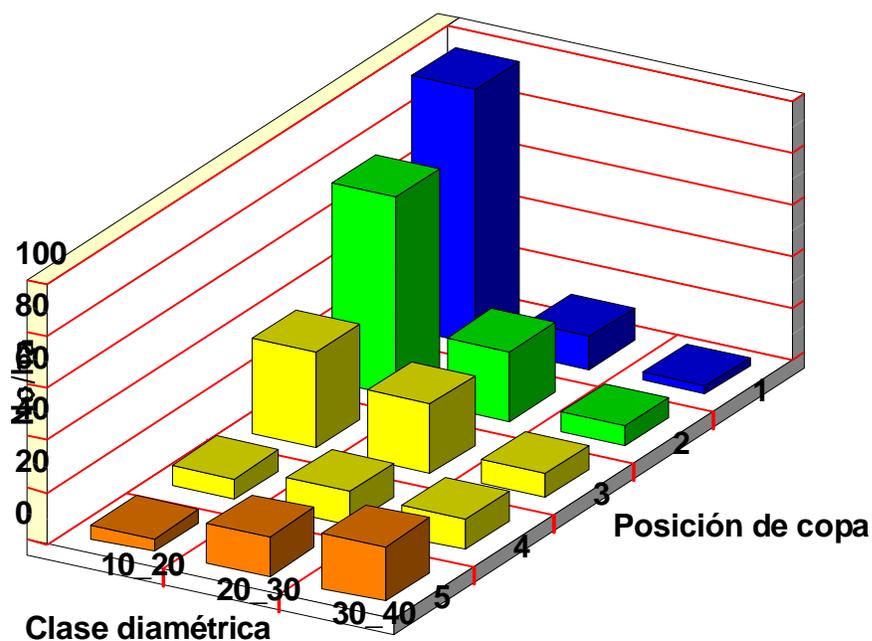


Figura 13: Número de árboles (No/ha) por categorías de posición de copa y clase diamétrica

A8. Presencia de Lianas

La presencia de lianas fue otro parámetro evaluado en la presente investigación, de acuerdo a los 4 grados de presencia ya mencionados en la metodología (punto C1c). Los registros obtenidos para número de árboles indican que la población está constituida en el grado 1 (árboles sin trepadoras) con 144,11 individuos (34,28%); en el grado 2 (trepadoras únicamente en el fuste) con 132,38 árboles (31,49%); en el grado 3 (trepadoras en la copa que no afectan el crecimiento) con 125,4 individuos (29,98%) y en el grado 4 (trepadoras en la copa y crecimiento afectado) con 18,55 individuos (4,42%). Todos los datos resumidos referentes a este acápite se encuentran descritos en el Cuadro 11.

La Figura 14 describe de forma ilustrada la distribución de individuos por grado de presencia de lianas.

Si de los resultados solamente se toman en cuenta los grados 2,3 y 4 para árboles menores a 40 cm de dap, resulta que la clase diamétrica 10-20 cm agrupa en esta condición el 37,15% de los individuos, la Clase 20-30 contiene el 14,56% y por último la Clase 30-40 cm presenta un 7,64% de los árboles.

Cuadro 11: Número de árboles (No/ha) por grado de presencia de lianas y clase diamétrica

DAP (cm)	Grado de presencia								Total	
	1		2		3		4		No/ha	%
10-20	69,42	16,51	66,74	15,87	76,32	18,15	13,14	3,13	225,62	53,66
20-30	33,93	8,07	29,99	7,13	27,77	6,60	3,49	0,83	95,18	22,64
30-40	20,86	4,96	19,01	4,52	12,18	2,90	0,97	0,23	53,01	12,61
40-50	12,03	2,86	9,80	2,33	5,12	1,22	0,52	0,12	27,47	6,53
50-60	5,05	1,20	4,38	1,04	2,38	0,57	0,15	0,04	11,95	2,84
60-70	1,78	0,42	1,71	0,41	0,97	0,23	0,22	0,05	4,68	1,11
70-80	0,59	0,14	0,07	0,02	0,37	0,09	0,00	0,00	1,04	0,25
80-90	0,30	0,07	0,45	0,11	0,22	0,05	0,07	0,02	1,04	0,25
>90	0,15	0,04	0,22	0,05	0,07	0,02	0,00	0,00	0,45	0,11
Total	144,10	34,28	132,37	31,49	125,39	29,83	18,56	4,41	420,65	100,00

Fuente: Datos de campo

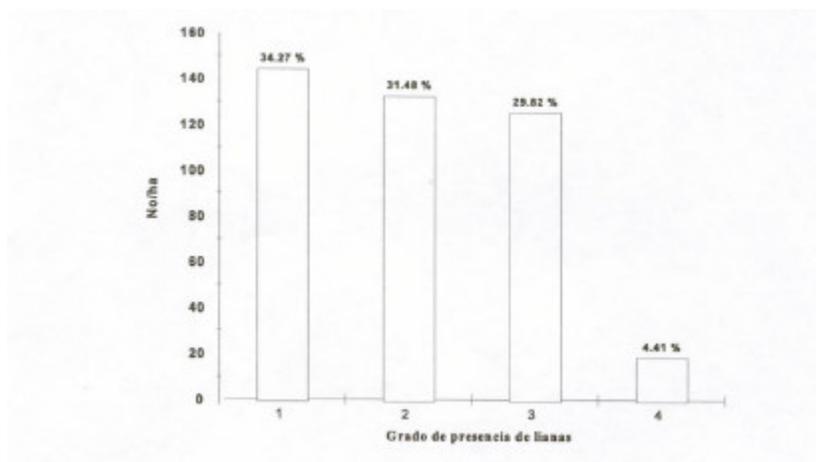


Figura 14: Número de árboles (No/ha) por grado de presencia de lianas

A9. Regeneración Natural

A9a. Plántulas

La evaluación de la vegetación menor a 2 m de altura, mostró la presencia de 311428,57 individuos por hectárea equivalente a 31,14 individuos/m². Con base en esta abundancia, la vegetación de tipo maleza ocupó el primer lugar con el 64,37% de la población, en segundo lugar se presentaron las especies arbóreas con 26,13% , siguiéndole los arbustos con 5,03%, luego los bejucos con 4,44% y finalmente las palmeras con 0,04 % (ver Cuadro 12).

Las especies arbóreas al presentar el segundo lugar en importancia dentro de las plántulas, señalan a garroncillo como la más abundante, ya que ésta contribuye al conjunto total con 7,09 individuos por m² correspondiente al 22,76% de la población. Las demás especies arbóreas en total participan con 1,05 plántulas por metro cuadrado, valor que significa el 3,37% de la población.

Algunas especies forestales como jichituriqui no muestran una gran abundancia, sin embargo, su frecuencia es una de las más importantes, ya que presenta un 10,79% del total. De igual modo, garroncillo, mapabí, y sirari reportan frecuencias relativamente altas.

Complementariamente, el Cuadro 7A indica a las malezas con un 15,78% de la frecuencia total y si allí se desglosa la abundancia por grupo comercial, los siguientes resultados pueden ser observados en orden de importancia: grupo SV: 75,20%; PV: 23,97%; V: 0,70% y MV: 0,13%.

A9b. Brinzales

El muestreo desarrollado para la clase brinzal, o sea la vegetación menor a 5 cm de dap y mayor a 2 m de altura, reportó la existencia de 4.154,29 individuos por hectárea. Según el Cuadro 12, la mayor abundancia es presentada por las especies clasificadas como bejucos, quienes a su vez contribuyen con el 40,44% de los individuos de la población total. El segundo lugar en importancia fue ocupado por las especies arbóreas, las mismas que brindan el 37% de los individuos y, el tercer lugar fue presentado por las especies arbustivas con un 20,63 % (Ver Figura 15).

Resulta importante señalar que dentro de las especies arbóreas, 411,43 individuos no fue posible reconocerlos, cantidad que significa el 9,90% del conjunto total de brinzales; no obstante, en importancia luego aparece mapabí como la especie que alcanza el segundo lugar en abundancia con 302,86 individuos y le suceden otras de menor número como quinina, cari cari, cusé, jichituriqui, etc.

La abundancia de brinzales en función del grupo comercial, según el Cuadro 8A, indica que las SV son las que mayor cantidad presentan con el 84,59% de los individuos, le sigue las PV con el 14,58%, las V con 0,69% y finalmente las MV conteniendo el 0,13% de todos los brinzales.

La alta abundancia encontrada en mapabí está también relacionada con una alta frecuencia, situación que amerita indicar que dicha especie se encuentra bien distribuida en el bosque LT'94.

Cuadro 12: Resumen de abundancia (No/ha) de regeneración natural por tipo de vegetación

Tipo de Vegetación	Plántulas		Brinzales		Latizales	
	No/ha	%	No/ha	%	No/ha	%
Arbóreo	81375,00	26,13	1537,14	37,00	485,72	71,73
Arbustos	15660,71	5,03	857,14	20,63	60,00	8,86
Bejucos	13821,43	4,44	1680,00	40,44	131,43	19,41
Malezas	200482,14	64,38	74,29	1,79		
Palmeras	89,29	0,03	5,71	0,14		
Total	311428,57	100,00	4154,29	100,00	677,15	100,00

Fuente: Datos de campo

A9c. Latizales

La clasificación de latizal se refiere específicamente a la vegetación entre 5 y 10 cm de dap. Los resultados para esta clase se incluyen en el Cuadro 12 e indican la presencia de 677,15 individuos por hectárea, valor que está distribuido para los siguientes tipos de vegetación en orden de importancia: especies arbóreas con 485,72 individuos (71,73%), bejucos con 131,43 individuos (19,41%) y las especies arbustivas con 60 (8,86%) individuos por hectárea.

Las especies arbóreas de mayor abundancia son las siguientes: desconocido con 94,29 ; cusé con 71,43 ; garroncillo con 51,43; mapabí con 51,43 ; jichituriqui con 45,72 y quinina con 45,71 árboles. Todas estas especies en conjunto suman el 53,15 % de la población de latizales.

Es destacable observar con buena abundancia a garroncillo y jichituriqui como las especies que actualmente se comercializan (ver Cuadro 9A).

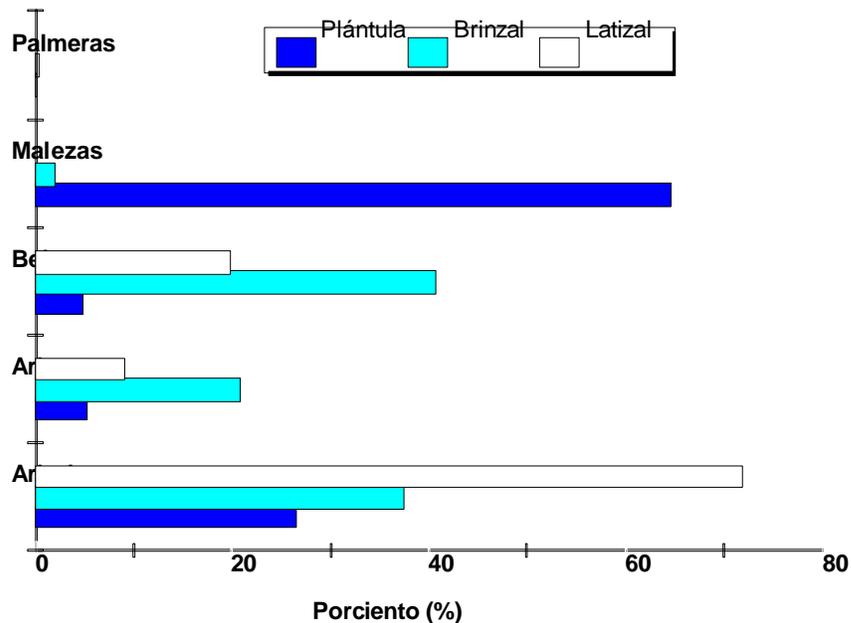


Figura 15: Representación porcentual de la regeneración natural por tipo de vegetación

B. Impacto del Aprovechamiento

B1. Daños

Una vez ejecutada la corta se aprovecharon 1,37 árboles/ha equivalente a 0,41 m² de área basal y un volumen de 1,79 m³. En total fueron extraídas 11 especies (dap\$ 40 cm) en el área de investigación, las cuales presentan a cuchi como aquella que en mayor número fue aprovechada (33,15%), seguida por tajibo (30,34%), luego sirari (10,67%) y cedro (10,67%) y finalmente otras especies como tarara (5,62%), jichituriqui (3,37%), verdolago (2,81%), roble (1,69%), picana (0,56%), ajunao (0,56%) y paquió (0,56%). La Figura 16 muestra la relación porcentual del número de árboles extraídos.

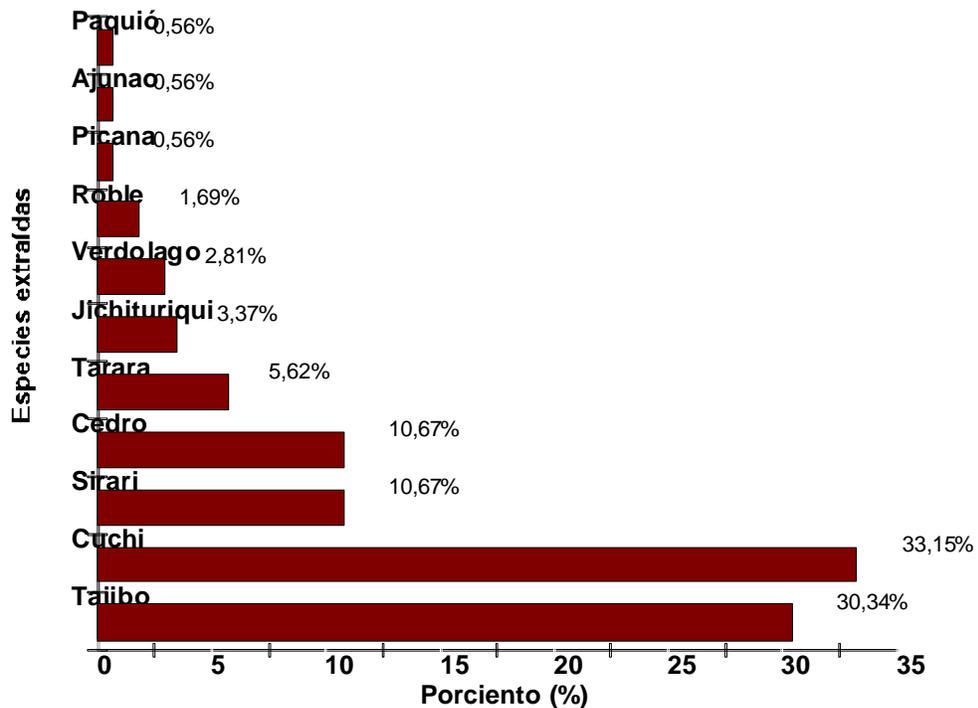


Figura 16: Relación porcentual para número de árboles de las especies extraídas en LT'94

Los daños causados por efecto del aprovechamiento forestal en términos de hectárea y dap \$ 10 cm indican que 6,66 árboles (1,58%) murieron a causa de la corta durante todo el proceso de aprovechamiento (Clase 5); 6,41 individuos (1,54%) sufrieron pérdida de hasta un 25% de la copa (Clase 2) ; 5,93 árboles (1,41%) murieron en forma indirecta a consecuencia de construcción de pistas y caminos (Clase 6); 3,17 árboles (0,75%) sufrieron daños severos con pérdida de hasta 75% de la copa (Clase 4); 2,6 árboles (0,62%) sufrieron daños relativamente extensos de aproximadamente 50% de la copa (Clase 3) y finalmente 2,6 árboles fueron cortados para aserrío dentro de las parcelas de muestreo (Clase 7). Es destacable como 393,30 individuos (93,49%) no sufrieron ningún tipo de daño (Clase 1).

El área basal y volumen de la masa remanente que se mantuvo intacta constituyó 21,15 m² (90,91%) y 66,26 m³ (90,20%) respectivamente de la existencia original (observar Cuadro 13).

Cuadro 13: Resumen de número de árboles (No/ha) por clase de daños y clase diamétrica

Clase daño	Parámetro	Clase diamétrica(cm)									Total	%	
		10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	> 90			
1	No	211,0	8	90,47	50,49	25,69	10,08	3,79	0,55	0,79	0,37	393,3	93,49
	Ab	3,40	4,28	4,75	3,94	2,40	1,26	0,24	0,51	0,39	21,15	90,91	
	Vo	7,53	12,04	15,26	13,89	9,17	4,65	0,59	1,88	1,25	66,26	90,20	
2	No	2,76	1,79	0,73	0,57	0,49	0,08					6,41	1,52
	Ab	0,05	0,09	0,06	0,09	0,11	0,03					0,42	1,82
	Vo	0,10	0,24	0,17	0,28	0,36	0,08					1,23	1,67
3	No	1,46	0,57	0,41	0,16							2,60	0,62
	Ab	0,03	0,03	0,04	0,02							0,12	0,51
	Vo	0,06	0,05	0,13	0,07							0,31	0,42
4	No	1,87	0,73	0,32	0,08		0,08	0,08				3,17	0,75
	Ab	0,03	0,04	0,03	0,01		0,02	0,04				0,17	0,74
	Vo	0,06	0,13	0,11	0,06		0,09	0,00				0,44	0,60
5	No	3,33	1,22	1,14	0,57	0,08	0,16		0,08	0,08		6,66	1,58
	Ab	0,05	0,06	0,10	0,09	0,02	0,06		0,05	0,06		0,49	2,10
	Vo	0,09	0,15	0,27	0,35	0,08	0,06		0,23	0,24		1,46	1,99
6	No	5,28	0,41		0,16		0,08					5,93	1,41
	Ab	0,08	0,02		0,02		0,03					0,14	0,60
	Vo	0,14	0,03		0,11		0,07					0,35	0,48
7	No				0,24	1,30	0,49	0,41	0,16			2,60	0,62
	Ab				0,04	0,30	0,17	0,18	0,08			0,77	3,32
	Vo				0,23	1,32	0,80	0,73	0,32			3,40	4,63
Total	No	225,7	7	95,18	53,08	27,47	11,95	4,68	1,04	1,04	0,45	420,6	100
	Ab	3,63	4,50	4,98	4,21	2,83	1,56	0,45	0,64	0,45		23,27	100
	Vo	7,98	12,63	15,94	14,98	10,93	5,76	1,32	2,43	1,49		73,45	100

Fuente: Datos de campo

La Figura 17 presenta de forma gráfica la proporción relativa de daños para número de árboles, área basal y volumen, en cuyo contenido muy claramente se refleja la baja intensidad de daños ocasionado por la corta en LT'94.

En cuanto a los índices de impacto por la extracción de madera, se observa en el Cuadro 14 que por cada árbol extraído se dañan un total de 18,21 árboles mayores o iguales a 10 cm de dap, esto constituye un 2,38 m² de área basal y un volumen de 2,12 m³ por hectárea.

El Cuadro 11A desglosa las clases de daño por grupo comercial.

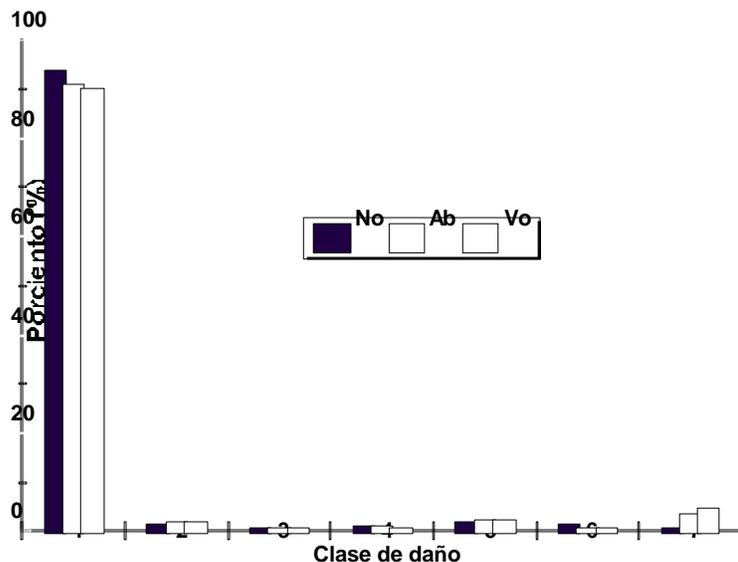


Figura 17 Porcentaje de clases de daño reportado en el aprovechamiento de LT'94 para número de árboles (No), área basal (Ab) y volumen (Vo)

Cuadro 14: Indices de daño reportados en el aprovechamiento de LT'94

Descripción	Valor
Características del aprovechamiento	
dap)	Área basal extraída (m ² /ha, árboles \$ 40 cm)
	0,41
	Número de árboles extraídos (N/ha)
	1,36
	Volumen extraído (m ³ /ha)
	1,79
Daños (dap \$ 10 cm)	
	Núm. árboles dañados /árbol extraído
	18,21
	Área basal dañada (m ²)/árbol extraído
	2,38
	Volumen dañado (m ³)/árbol extraído
	2,12
	Área basal dañada (m ²)/área basal extraída
	3,29

Fuente: Datos de campo

B2. Construcción de Caminos de Extracción y Patios de Acopio

Sobre una superficie de 130,4 ha de muestreo desarrollados en la zona norte del bloque de manejo, se constató la construcción de 23,27 m/ha de camino principal y 71,40 m/ha de camino secundario (pistas de arrastre). En total la suma de la longitud de todas las vías de saca reportó 94,67 m/ha. Los caminos principales se caracterizaron generalmente por tener un ancho promedio de 4,93 m y los secundarios de 2,94 m. Con ambos tipos de caminos se afectó una superficie de 324,82 m²/ha.

En lo que respecta a patios de acopio, éstos fueron construídos en una superficie tal que afectaron 11,92 m²/ha. Considerando la superficie total afectada por las zonas de extracción (caminos + patios) resulta en 336,74 m²/ha, dicho valor expresado en porcentaje significa un 3,37% del área de estudio. El Cuadro 15 brinda un resumen de los principales índices de impacto resultante por construcción de las zonas de extracción y la Figura 18 ofrece de forma gráfica la parte norte del bloque de manejo, lugar donde se realizó el muestreo.

Cuadro 15: Índices de impacto por zonas de extracción construídas en LT'94

Descripción del índice		Valor
Caminos de extracción		
caminos)	m/ha (densidad de	
	m/árbol extraído	94,68
basal)	m/m ² extraído (área	69,36
	m/m ³ extraído (volumen)	233,78
construida)	m ² /ha (superficie	52,98
	% de área afectada	324,82
Patios de acopio		
basal)	m ² /ha	
	m ² /m ² extraído (área	11,92
(volumen)	m ² /m ³ extraído	29,47
	m ² /árbol extraído	6,68
	% de área afectada	8,74
		0,12

Fuente: Datos de campo

B3. Apertura de Claros

Los claros abiertos por la tumba de árboles demostraron que por cada árbol derribado, en promedio se abre un claro con una superficie de 72,40 m² con tamaños que variaron entre 12,30 y 168,15 m².

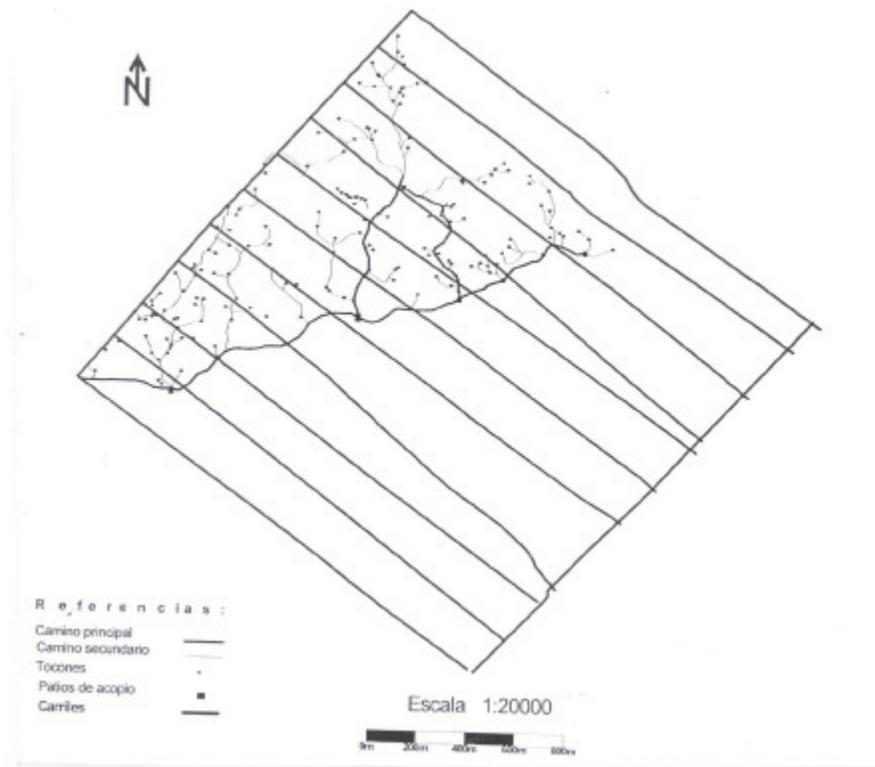


Figura 18: Mapa de ubicación de los caminos y patios construídos en el área de muestreo de LT'94

El tamaño más frecuente de claros se encontró posicionado en la Clase 40-70 m². La Figura 19 muestra una curva de frecuencia por tamaño de claros a intervalos de 30 m².

Sobre 41 unidades medidas se alcanzó un error de muestreo del 17,45% a un nivel de confianza del 95%. En el Cuadro 10A se describen todos los parámetros estadísticos encontrados para el tamaño de claros.

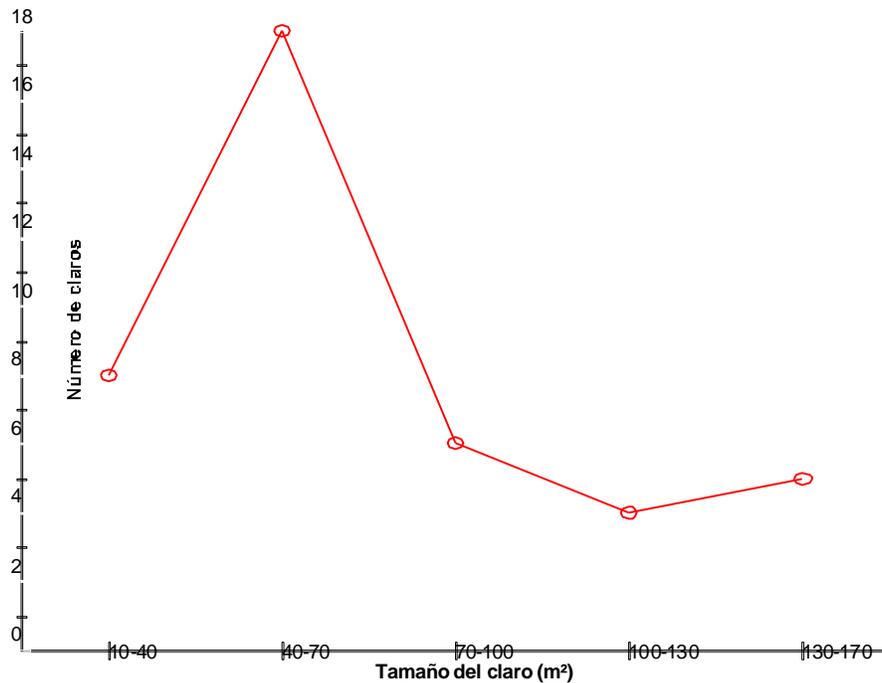


Figura 19: Curva de frecuencia de claros por clases de tamaño

B4. Disturbio en el Suelo del Bosque

Los resultados en cuanto a disturbio del suelo ocasionados por la extracción se presentan en el Cuadro 16. Allí se señala que un 50% de los suelos distribuidos sobre las zonas de extracción se encontraron en la Clase B (suelo algo disturbado); 14,06% en la Clase C (suelo con materia orgánica removida) y 14,06% en la Clase D (suelo compactado). A su vez, el 21,88% se ubicaron dentro de la Clase A (suelo no disturbado).

Cuadro 16: Porcentaje de tipo de disturbio por zonas de extracción en LT'94

Zona de extracción	Tipo de disturbio (%)				Total
	A	B	C	D	
Camino principal	0,00	14,06	14,06	9,38	37,50
Camino secundario	21,88	35,94	0,00	0,00	57,81
Patios de acopio	0,00	0,00	0,00	4,69	4,69
Total	21,88	50,00	14,06	14,06	100,00

Fuente: Datos de campo

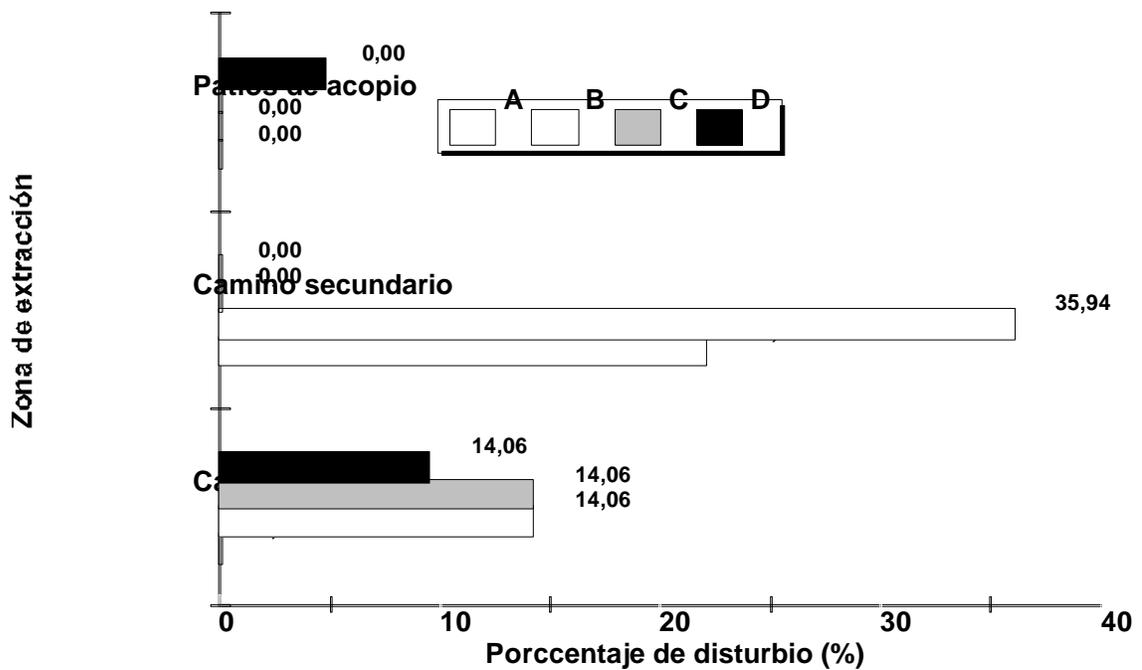


Figura 20: Porcentaje de disturbio en los suelos de las zonas de extracción en LT'94

De acuerdo a la Figura 20, en los caminos secundarios solamente se presentaron suelos ubicados en la Clase B con 35,94% y la Clase A con 21,88 % del total. Los caminos principales muestran un equilibrio entre la Clase B y C (14,06% c/u) y un 9,38 % para la Clase D. Finalmente, los patios de acopio reportan únicamente suelos dentro de la Clase D.

SECCION V DISCUSION

A. Características del Bosque

En la presente investigación, con parcelas de muestreo circular (PMC), el número de árboles con dap \$ 10 cm resultó ser 420,65/ha; cifra mayor a la encontrada por Licona y Claros (1995) dentro de la misma área de trabajo (LT'94) a través de parcelas de muestreo rectangular (PMR). Una de las razones por la diferencia puede radicar principalmente en la distinta intensidad de muestreo aplicada en ambos estudios. Para el caso de las PMR el análisis fue hecho en base a información sobre 1,98% de la superficie del bosque y en las PMC la intensidad de muestreo correspondió a 3,33%.

Esta afirmación hace suponer que en las PMR se haya encontrado un error de muestro mayor al de las PMC, sin embargo, no se cuenta con los datos estadísticos en el documento del estudio de las PMR, cuyos valores permitan comparar las diferencias. No obstante, para la presente investigación se encontró un error de muestreo de 3,08% a un nivel del 95% de confianza; este valor en términos estadísticos es bajo e indica una buena eficiencia del muestreo (ver Cuadro 4A).

La diferencia en cantidad de árboles se sitúa particularmente sobre la clase diamétrica 10 - 20 cm, en donde las PMR arrojaron 156,37 y las PMC 225,77 árboles/ha (diferencia = 69,4). En el inventario forestal (IF) ejecutado para la zona norte de Lomerío, según APCOB, BOLFOR y CICOL (1995), los resultados muestran la presencia de 208 fustales (árboles con dap\$10 y menor que 20 cm) para todos los estratos, valor más cercano al encontrado en la clase 10-20 cm de las PMC.

Los principales parámetros dasométricos para los 3 estudios mencionados anteriormente pueden ser observados en el Cuadro 17. Se observa que el área basal entre los estudios de PMR y PMC guardan una ligera similitud y no así con lo encontrado en el IF. En cuanto al volumen maderable, se tiene un alto valor en las PMR con relación a los encontrados en las PMC y el IF. La diferencia puede tener su justificación en el cálculo de la altura comercial, pues ésta sólo fue estimada con la vista para los 3 casos.

Otro parámetro importante es el relativo al porcentaje de árboles distribuidos sobre las diferentes categorías de posición de copa (exposición lumínica). En las PMR el 37,68% de los individuos se encuentran en la categoría 1 y 2, contrariamente al 60,4% reportado para las mismas categorías a través de las PMC. Existe una marcada diferencia entre ambos estudios, pero el mayor porcentaje reportado en las PMC puede ser debido también a la mayor cantidad de individuos encontrados entre la clase 10-20 cm (se supone que la mayoría de los árboles en el intervalo indicado al tener la menor altura generalmente dentro del bosque se encuentran en la clase 1 y 2).

Cuadro 17: Resumen de parámetros dasométricos para 3 estudios realizados en Lomerío: Parcelas de Muestreo Rectangular, Parcelas de Muestreo Circular (PMC) en LT'94 e Inventario Forestal (IF) ejecutado en zona norte

Parámetro	PMR*	PMC*	IF**
Número de especies	62	70	77
% sp. comerciales	51,6%	53,24%	47,14%
Número árboles (No/ha)	359,37	420,65	171,04
Area basal (m ² /ha)	22,78	23,27	18,89
Volumen (m ³ /ha)	113,94	73,34	73,01
Número árboles x posición de copa:			
Categorías 1+2	37,68%	60,4%	
Categorías 3+4+5	62,14%	39,60%	
Número árboles x presencia lianas			
Índice 1	38,87%	34,27%	
Índices 2+3+4	61,13%	65,73%	
Índice Valor de Importancia:			
Garroncillo	19,91%	18,47%	
Curupaú	12,83%	12,26%	
Jichituriqui amarillo	7,10%	4,96%	
Cari cari	4,84%	3,84%	
Momoqui	4,71%	4,44%	
Toborochoi	4,51%	3,68%	

* dap\$ 10 cm ** dap\$ 20 cm , solamente del estrato C1 (bosque en el que está ubicado LT'94)

El Cuadro 17 muestra asimismo los grados de presencia de lianas, donde se refleja la similitud de los resultados entre los estudios realizados en LT'94. Si se observa el Cuadro 11 se puede señalar que mientras mayor diámetro tiene el árbol menor cantidad de trepadoras presenta en la copa.

Por otra parte, en el bosque de LT'94 y en general sobre toda la zona existe poca diversidad florística con relación a regiones más húmedas del trópico boliviano, no obstante, la diversidad presentada en los bosques secos del lugar ofrece muy buenas perspectivas económicas para el manejo forestal. Ello se puede apreciar fácilmente en el Cuadro 17, el cual reafirma para los 3 estudios descritos que aproximadamente el 50 % de las especies encontradas ya tienen mercado. Dicha afirmación puede verse reforzada inclusive si se analiza el peso ecológico aportado por las especies de LT'94; allí las 6 especies principales que aproximadamente poseen el 47,65 % del IVI total son comerciales en la actualidad, es decir, tienen muy buena representación en el bosque tanto en abundancia, dominancia como en frecuencia.

La existencia de regeneración natural de las especies comerciales en Lomerío es un elemento decisivo para asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento. En este sentido, los datos para plántulas indican que las especies arbóreas alcanzan el 26,13% (8,14 individuos/m²) de la población y ocupan el segundo lugar después de las malezas; de esta cifra, el 94,83% corresponde a las especies comerciales en distinto grado de valor económico. En la clase brinzal, la vegetación de tipo arbórea mantiene su segundo lugar en importancia (después de los bejucos), sin embargo, su contribución ya es un poco mayor a la encontrada en las plántulas; pues éstas proporcionan el 37% (1537 brinzales/ha) de los individuos, valor que si es descompuesto, señala a las especies comerciales con un 36,77% (565 brinzales comerciales/ha) de los individuos. Finalmente en el tamaño de latizal, la clase arbórea pasa a ocupar el primer lugar, representando nada menos que a 485,72 individuos/ha (71,73%), de ello, los latizales comerciales contribuyen con el 41,17%.

Los resultados de abundancia, permiten presentar a la zona con un panorama muy atractivo para el manejo forestal basado en la regeneración natural, dado que existen especies comerciales en todos los tamaños de vegetación. Es necesario señalar, sin embargo, que los valores de abundancia de las especies comerciales en cuanto a regeneración natural se refiere, es un poco menor (en el caso de brinzales y latizales) a lo mínimo deseable para el manejo forestal de bosques tropicales basado en la regeneración natural propuesto por Becerra (1971), citado por aus der Beck y Sáenz (1992). Los mínimos deseables son: 2500 brinzales/ha (vegetación entre 0,3 m de altura y 1,5 cm de dap), 400 latizales (individuos entre 1,5 m de altura y 5 cm de dap) y 100 arbolitos jóvenes (árboles con 5 cm#dap#10 cm).

La presencia de árboles con distinto grado de valor económico brinda también la posibilidad de intensificar el aprovechamiento a partir de un dap\$ 40 cm, pues existen reservas volumétricas importantes en las clases menores a 40 cm de diámetro (ver Cuadro 8).

B. Impacto del Aprovechamiento Forestal

Los daños encontrados oscilaron sobre 5,89% para número de árboles (dap \$ 10 cm), porcentaje menor a los reportados por Veríssimo *et. al.* (1995) para la región amazónica de Paragominas en Brasil y Méndez y Vargas (1992) para un bosque tropical de Costa Rica bajo aprovechamiento planificado. No obstante, los daños resultaron ser mayores (ver Cuadro 13 y considerar daños a partir de dap\$ 20 cm) a los cuantificados para árboles con dap \$ 20 cm por Castañeda *et. al.* (1994) en un bosque tropical de Nicaragua bajo aprovechamiento mejorado (sitio: Los Filos).

La baja intensidad de daños ocasionado por la caída de árboles talados, así como por la apertura de caminos de extracción en el aprovechamiento forestal de Lomerío obedecen claramente a algunos factores como:

- C Los árboles para la corta rara vez se encuentran entrelazados por trepadoras en la copa; entonces el derribo de un árbol usualmente no está acompañado por la caída de otro. La baja presencia de trepadoras en la copa para árboles con dap ≥ 40 cm fue reportado por Licona y Claros (1995) y por la presente investigación (ver Cuadro 11).
- C La construcción de caminos es ejecutada de forma manual, por tanto, los comunarios para alcanzar un mejor rendimiento de trabajo evitan cortar árboles y, si lo hacen es sobre aquellos que tienen generalmente diámetros menores a 10 cm de dap.

Un aspecto importante a tener en cuenta es el relativo a los caminos de extracción construidos, los índices indican un número relativamente alto en comparación a otras cortas planificadas reportadas en Malasia (Pinard, 1995) y Brasil (Veríssimo *et. al.*, 1992). En LT'94 sólo existió planificación del camino principal y no así de los caminos secundarios (pistas de arrastre). Como ya se dijo, los comunarios para incrementar su rendimiento de trabajo evitan cortar árboles, sin embargo, construyen abundante cantidad de caminos hacia el tocón de cada árbol talado. Contreras (1995) para la comunidad de Bella Flor en Lomerío afirma que los costos de construcción de caminos pueden reducirse si existiera una planificación más detallada.

Otro factor es el relativo al disturbio sobre el suelo, ya que en LT'94 se vuelve a reconfirmar lo expresado por Contreras (1995) para la comunidad de Bella Flor: "la mayor cantidad de caminos se encuentra en la clase B (suelo algo disturbado)". Las razones se deben principalmente a la baja intensidad de aprovechamiento, los caminos de arrastre son poco transitados por la maquinaria de extracción. En algunos casos, se observó inclusive la construcción de caminos que posteriormente no fueron usados.

Los daños son relativamente bajos, pero, hipotéticamente qué podría ocurrir si se incrementa la intensidad de corta como se propone en el Plan de Manejo para la Zona Norte de Lomerío diseñado por APCOB, BOLFOR y CICOL, 1995?. Los daños, desde luego no serán los mismos aprovechando 1,79 m²/ha que 3 ó 4 veces aquella cantidad. Parecería que con dicho incremento se podría elevar también la cantidad de daños y aún mantener los valores relativamente bajos en comparación a otros bosques tropicales, sin embargo, los daños pueden subir considerablemente si la corta y apertura de caminos no se planifica.

Finalmente, los claros abiertos por la caída de árboles son muy pequeños si se comparan a los valores encontrados para bosques húmedos en Paragominas (Veríssimo *et. al.*, 1992) y en el bosque Chimanes del Beni (Gullison y Hubell, 1992). Según Sloan y Hartshorn (1994) citado por Aguilar y Muñoz(1994), el tamaño de un claro es pequeño si tiene un área menor a 200 m². Para el caso de Lomerío, los claros pequeños reportados están dentro del límite citado y tiene su justificación plena, basado principalmente en la poca cantidad de daños ocasionados así como por la ínfima presencia de trepadoras en la copa de árboles sujetos a la corta.

El hecho de encontrar claros muy pequeños, ofrece la potencialidad de incrementar la intensidad de corta a objeto de generar claros de mayor tamaño y así promover el establecimiento de especies comerciales. Bajo este contexto, el aprovechamiento forestal en el plan de manejo de Lomerío, puede convertirse en una excelente herramienta silvicultural que intente buscar, además del aprovechamiento maderero, la renovación del bosque.

SECCION VI CONCLUSIONES

- C Los resultados reafirman que el bosque seco de Lomerío posee una gran riqueza comercial (aproximadamente el 50% de las especies son comerciales en la actualidad)
- C En LT94 existe buena cantidad y calidad de individuos comerciales en todas las clases de tamaño a partir de 5 cm de dap, no obstante, la abundancia de regeneración natural de especies comerciales menores a esta dimensión es relativamente baja si tomamos en cuenta los valores ofrecidos por Becerra (1971).
- C Las reservas volumétricas en árboles con 10 cm #dap > 40cm son importantes, puesto que poseen el 50,46% del volumen maderable total.
- C Garroncillo y curupaú conforman aproximadamente 1/3 del IVI total, por tanto, el hecho de poseer un alto peso ecológico en el bosque crea también un excelente potencial de ser incluidas en el aprovechamiento forestal, dado que su aceptación total en el mercado puede consolidarse muy rápidamente.
- C Los daños ocasionados por el aprovechamiento maderero en LT94 fueron relativamente bajos (5,89% para número de árboles y 5,17% para volumen), situación que amerita señalar la existencia de un buen potencial de regeneración natural no dañado para una próxima cosecha (66,25 m³/ha).
- C Los estudios realizados en LT94 (PMC y PMR) han arrojado volúmenes maderables diferentes, en este sentido, se refleja que el mejor indicador de comparación dasométrica resulta ser el área basal, ya que es el único parámetro calculado a través de mediciones directas.
- C Que ha demostrado que hoy se extraen en mayor cantidad las especies de menor abundancia. Esto conlleva a una degradación económica y genética del bosque, dado que las especies aprovechadas son las que menos regeneración natural poseen.
- C Los índices de impacto de construcción de caminos son relativamente altos (94,70 m/ha) en comparación a otras cortas planificadas reportadas para América Latina y Malasia. Se abren demasiados caminos lo cual repercute necesariamente en los costos de manejo forestal.
- C Los claros abiertos por caída de árboles talados alcanzó un promedio de 72,40m². Este tamaño es muy pequeño si se toma la clasificación dada por Sloan y Hartshon (1994) y los valores reportados para el bosque de Chimanes en el Beni (Bolivia) y Paragominas (Brasil).

SECCION VII RECOMENDACIONES

- C Se sugiere incrementar la intensidad de corta en los bosques de Lomerío, dada la gran potencialidad maderable a nivel comercial existente, los daños relativamente bajos por el aprovechamiento tradicional y el tamaño pequeño de los claros generados por la caída de árboles talados.
- C Planificar el aprovechamiento maderero en cada bloque de manejo a fin de reducir la cantidad de daños por apertura de caminos y caída de árboles. Con una mayor intensidad de corta se previenen muchos más daños, sin embargo, la planificación permitirá con seguridad controlar el impacto.
- C Continuar con el manejo forestal basado en la regeneración natural, pues los resultados tanto de la regeneración establecida (10 cm#dap <40 cm) como aquella de menor tamaño prueban la existencia de éstas. Sin embargo, la conservación de árboles semilleros es una medida correctamente tomada en la zona a objeto de precautelar la dispersión de semillas de especies comerciales.
- C A fin de construir la menor cantidad de caminos de extracción y patios de acopio, se debe hacer uso de herramientas auxiliares como los mapas de censo. Los costos de manejo y el impacto por esta operación bajo el actual sistema aún pueden reducirse.
- C Tomando en cuenta la pequeña superficie de los claros abiertos por la caída de árboles talados, se sugiere cortar árboles en grupos de individuos. Lo ideal sería abrir claros un poco más grandes (<300 m²), tamaño que se puede conseguir si se derriban dos o tres árboles juntos. Es necesario, sin embargo, desarrollar algunos otros criterios de flexibilidad en el número de árboles a cortar en cada grupo, de tal manera que ello no involucre generar claros con tamaños demasiado grandes. Bajo este contexto, el aprovechamiento forestal puede convertirse en una herramienta silvicultural para favorecer la instalación de regeneración natural.
- C Enfocar el aprovechamiento con base en las especies de mayor abundancia en el bosque y no solamente en aquellas que tengan mayores requerimientos en el mercado. Por el momento, se deben concentrar los esfuerzos para equilibrar ambos criterios, pero, a mediano plazo la cantidad y calidad del producto a ofertar, debe ser hecho solamente sobre la base de la capacidad productiva del bosque.
- C Intensificar la búsqueda de técnicas silviculturales que fomenten la regeneración natural de especies comerciales en las clases de vegetación menores a 10 cm de dap y así asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento forestal. Ello se puede conseguir si

es que se continúa con las investigaciones sobre tratamientos silviculturales ya iniciadas por el Proyecto BOLFOR en convenio con APCOB y CICOL.

- C Dado que se tiene muy poca información sobre la respuesta del bosque ante el manejo forestal, se deben realizar estudios de crecimiento y rendimiento en las parcelas instaladas a objeto de cuantificar la respuesta de la vegetación post-aprovechamiento. De igual manera es necesario probar diferentes intensidades de corta en algunos bloques anuales de manejo y continuar con los estudios sobre liberación y corta de lianas.
- C A objeto de evaluar la introducción efectiva de tratamientos silviculturales se sugiere continuar con el muestreo diagnóstico de las áreas post-aprovechamiento.
- C Continuar con el monitoreo de las Parcelas Permanentes de Muestreo ya instaladas.

SECCION VIII
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, L.; Muñoz, G. 1994. Determinación de Diámetros Mínimos de Corta y Selección de Arboles de Manejo en la Vertiente Norte y Atlántica del Area de Conservación de la Cordillera Volcánica Central. Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR. 96 p.
- APCOB; BOLFOR; CICOL. 1995. Plan de Manejo Forestal para la Zona Norte de Lomerío. Santa Cruz, Bolivia. 47 p.
- Aus Der Beek, R. y Sáenz, G. 1992. Manejo Forestal Basado en la Regeneración Natural del Bosque: Estudio de Caso en los Robledales de la Altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales No. 6. Turrialba, Costa Rica, Catie. 48 p.
- Campos J.; Flores, J. 1994. Prácticas de Aprovechamiento Forestal de Bajo Impacto Ambiental: Enfoques Teóricos y Prácticos. Informe Centro de Estudios de Post-grado. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 35 p.
- Castañeda et. al. 1994. Aprovechamiento Mejorado en el Bosque Tropical Húmedo: Estudio de Caso en el Sitio "Los Filos", Río San Juan, Nicaragua. Proyecto "Desarrollo de Sistemas de Producción Sostenible para el Aprovechamiento de los Bosques Tropicales Húmedos en la Zona del Río San Juan". Documento Técnico No. 2. Managua, Nicaragua.
- Claros, A.; Licon, J.C. 1995. Establecimiento de Parcelas Permanentes de Medición en la Zona de Las Trancas, Lomerío. Informe de Pasantía. Cochabamba, Bolivia, ETSFOR. 86 p.
- Christiansen, L. 1994. Manejo del Aserradero y Recursos Forestales para el Aserradero Comunal de CICOL Informe de Consultoría. Santa Cruz, Bolivia, VOCA. 25 p.
- Contreras, F. 1995. Evaluación del Aprovechamiento Forestal en la Comunidad de Bella Flor, Lomerío. Informe Técnico en Borrador, Santa Cruz, Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. 12 P.
- Cordero, W.; Meza, A. 1993. Algunas Notas sobre Prácticas de Aprovechamiento Forestal Mejorado. Notas de Instrucción de Clase. Cartago, Costa Rica, ITCR. 12 p.
- Dauber, E. 1995. Guía Práctica y Teórica para el Diseño de un Inventario Forestal de Reconocimiento. Informe de Consultoría. Santa Cruz, Bolivia, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. 32 P. .

- Friends of the Earth, 1991. Life after Logging?: the Role of Tropical Timber Extraction in Species Extinction. Londres, Inglaterra. 40 p.
- Gullison, R.E.; Hubbell, S.P. 1992. Regeneración Natural de la Mara (*Swietenia Macrophylla*) en el Bosque Chimanes, Bolivia. *Revista Ecología en Bolivia*. La Paz, Bolivia. 19:43-56
- Jardim, A.; Killen, T. 1995. Trabajo Dendrológico en el Bloque Las Trancas '95. Segundo Informe en Borrador. Santa Cruz, Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. 30 p.
- Lopez, J. 1993. Recursos Forestales de Bolivia y su Aprovechamiento. La Paz, Bolivia. 112 P.
- MACA. 1993. Plan de Acción Forestal Nacional. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz, Bolivia. 89 p.
- Méndez, J.a.; Vargas, R. 1992. Análisis Silvicultural del Impacto del Aprovechamiento. Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos. *In* Memorias II Congreso Forestal Nacional 25, 26 Y 27 de Noviembre de 1993. San José, Costa Rica. pp. 126-128.
- Navarro, G. 1995. Clasificación de la Vegetación de la Región de Lomerío en el Departamento de Santa Cruz, Bolivia. Primer Informe en Borrador. Santa Cruz, Bolivia, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. 48 P.
- Olivera, A.; *et. al.* 1994. Plan de Manejo Forestal Comunal para la Zona Chiquitana de Lomerío. Segundo Borrador. Santa Cruz, Bolivia, APCOB/CICOL. 121 p.
- Paniagua, V.H. 1995. Caracterización de Bosques Residuales en la Reserva Forestal de Producción "Bajo Paraguá". Tesis de Grado (Segundo Borrador). Santa Cruz, Bolivia, U.A.G.R.M. 106 p.
- Pinard, M. 1995. Carbon Retention by Reduced Impact Logging. Informe de Disertación de Ph.d. Gainesville, EE.UU, Florida University. Pp. 16-35.
- Quevedo, L. 1986. Evaluación del Efecto de la Tala Selectiva sobre la Renovación de un Bosque Húmedo Subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Tesis de Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 181 p.
- Saravia, P. 1994. Guía para la Instalación de Parcelas Permanentes de Medición para Estudios de Crecimiento y Rendimiento (Ppm) En Lomerío. Propuesta de Trabajo. Santa Cruz, Bolivia, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. 13 p.
- Simeone, R. 1994. Una Evaluación Preliminar de las Operaciones Forestales en Lomerío. Informe de Consultoría. Santa Cruz, Bolivia, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. 30 p.

- Stolz, R.; Quevedo, L. 1992. Estudio del Sector Forestal del Departamento de Santa Cruz. Informe de Consultoría, Borrador Final. Santa Cruz, Bolivia, CORDECRUZ. 180 p.
- Uhl, C.; Guimaraes, C. 1989. Ecological Impacts of Selective Logging in the Brazilian Amazon: a Case Study from the Paragominas Region of de State of Pará. *Revista Biotropica*. EE.UU. Vol. 21(2): 98-106.
- Unzueta, O. 1975. Mapa Ecológico de Bolivia (Memoria Explicativa). Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz, Bolivia. 312 p.
- Veríssimo et. al. 1992. Logging Impacts and Prospects for Sustainable Forest Management in an Old Amazonian Frontier: the Case of Paragominas. *Forest Ecology and Management*. EE.UU, Vol 55: 169-199
- Villagra, O.; Romero, M. 1995. Evaluación de los Métodos, Tiempos y Costos de Producción en el Area de Corte Moira. Informe de Consultoría. Santa Cruz, Bolivia, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. 60 p.